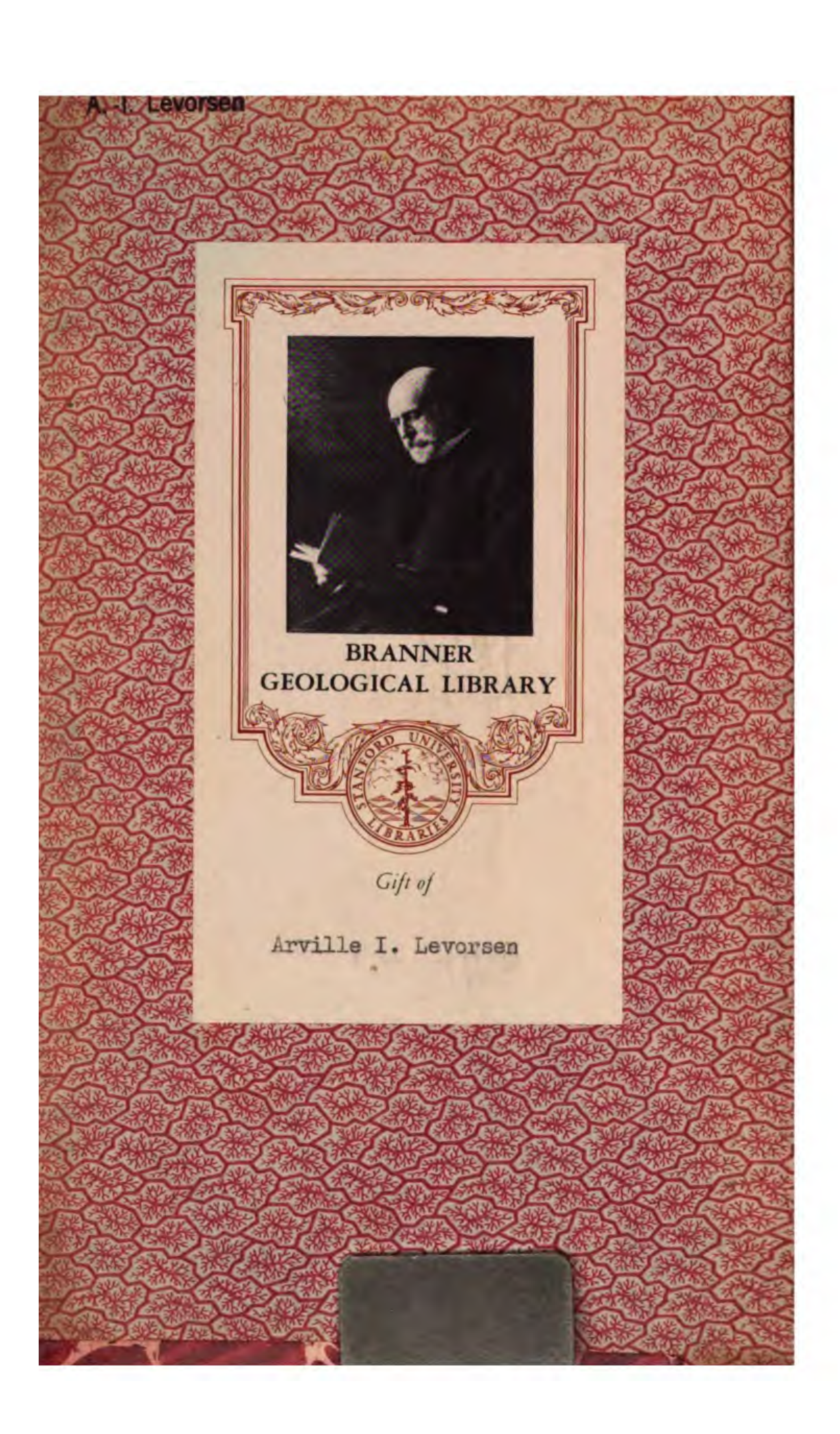
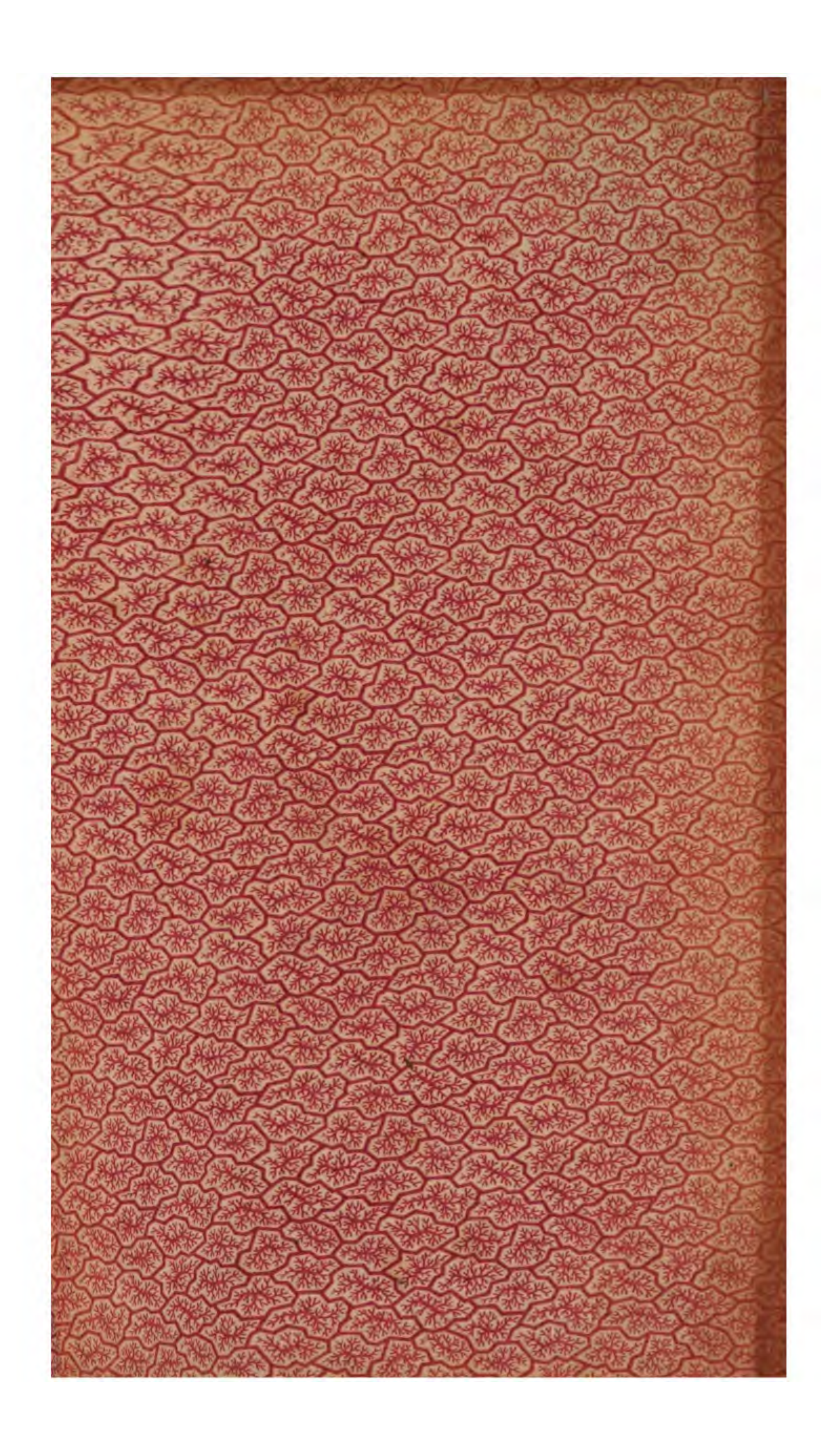
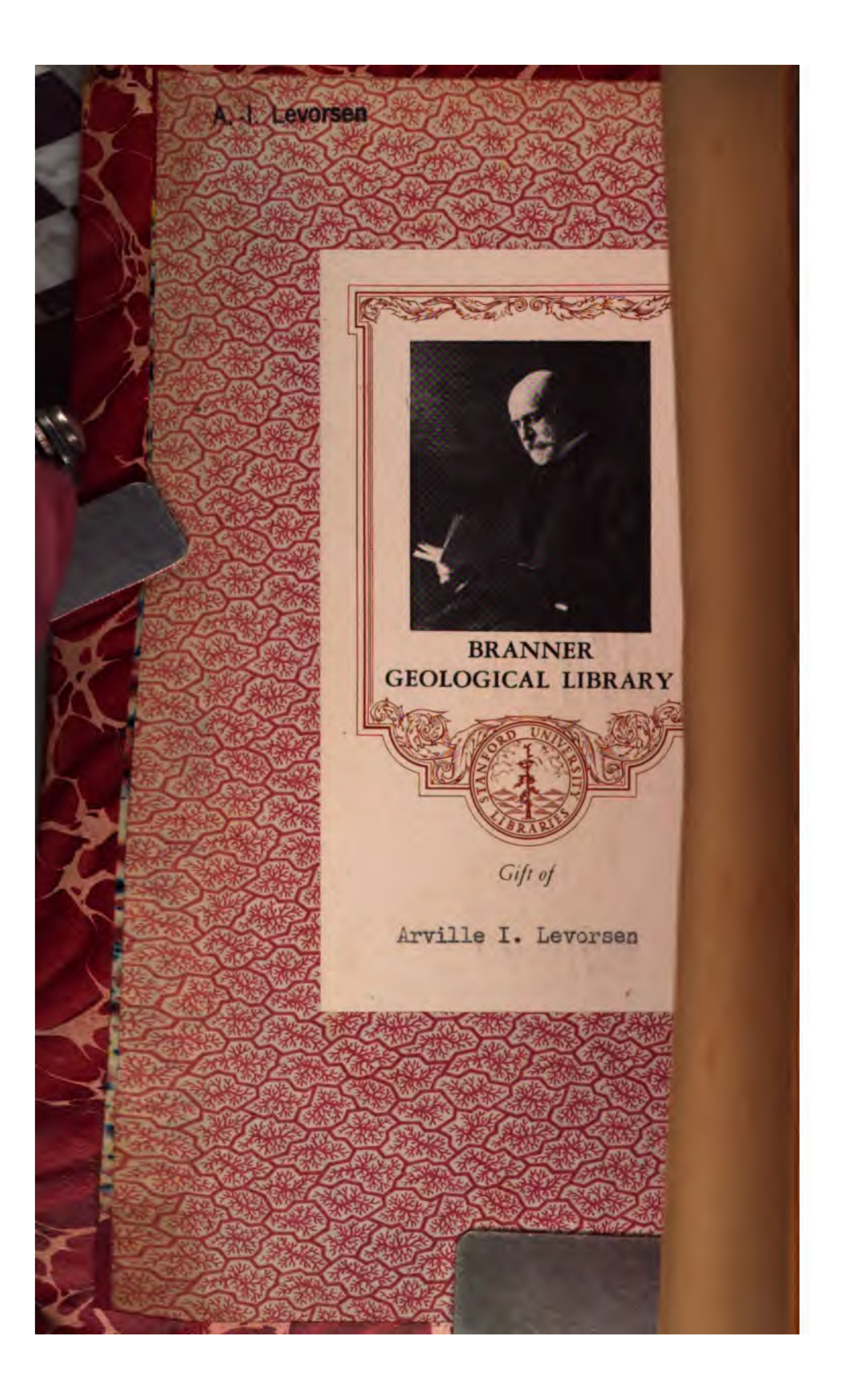
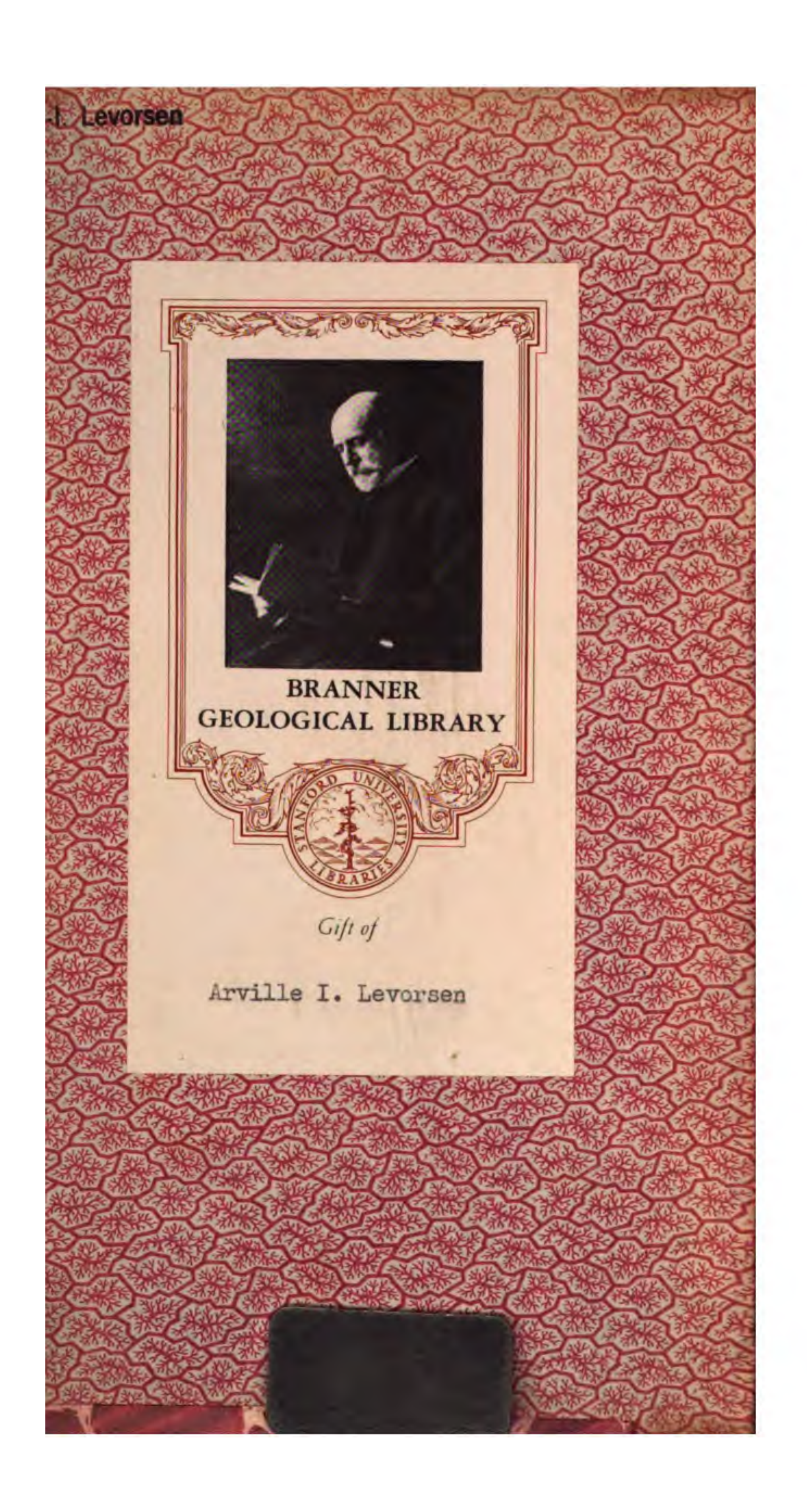



A. I. Levorsen
BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
Gift of
Arville I. Levorsen

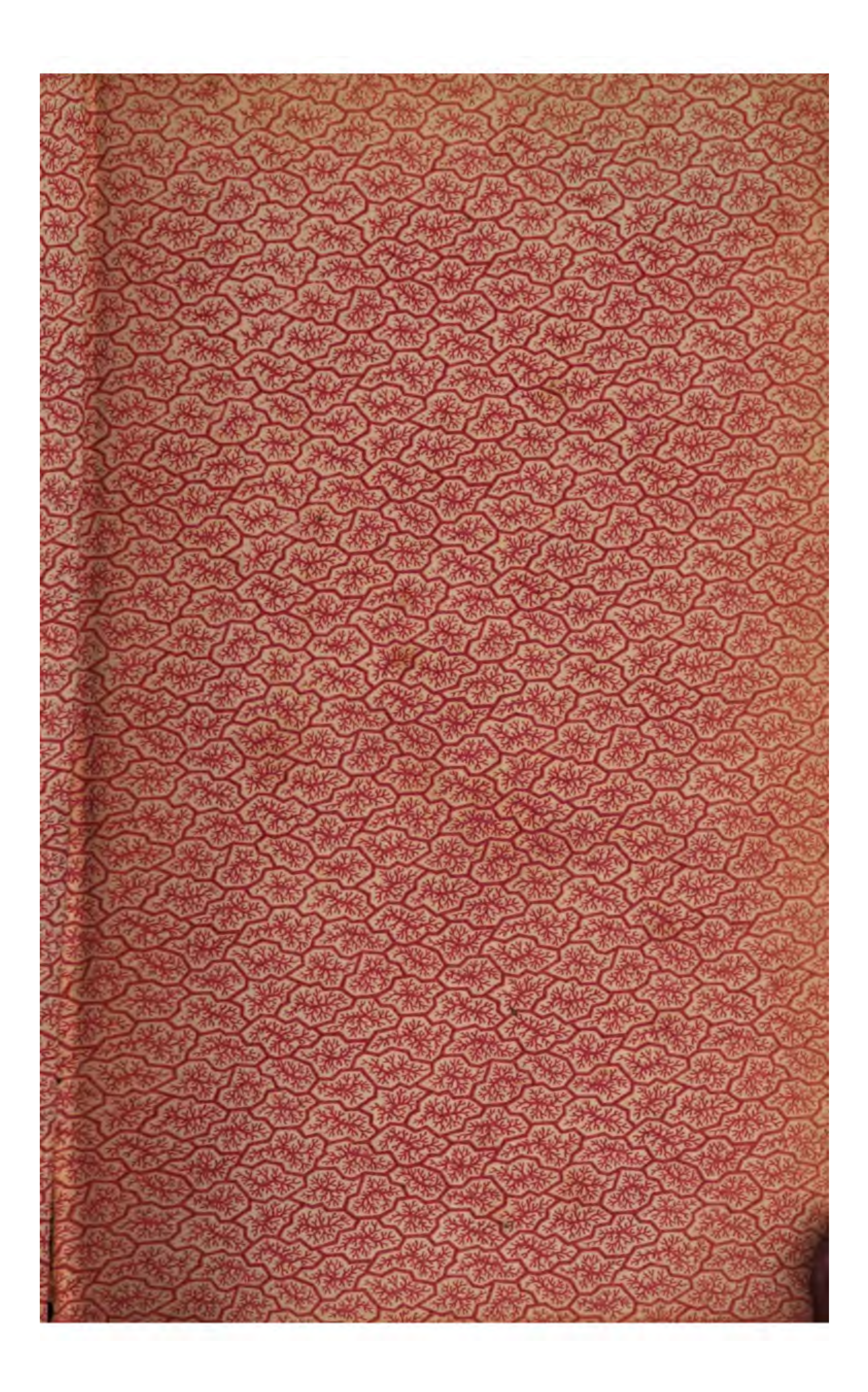



A. I. Levorsen
BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
Gift of
Arville I. Levorsen





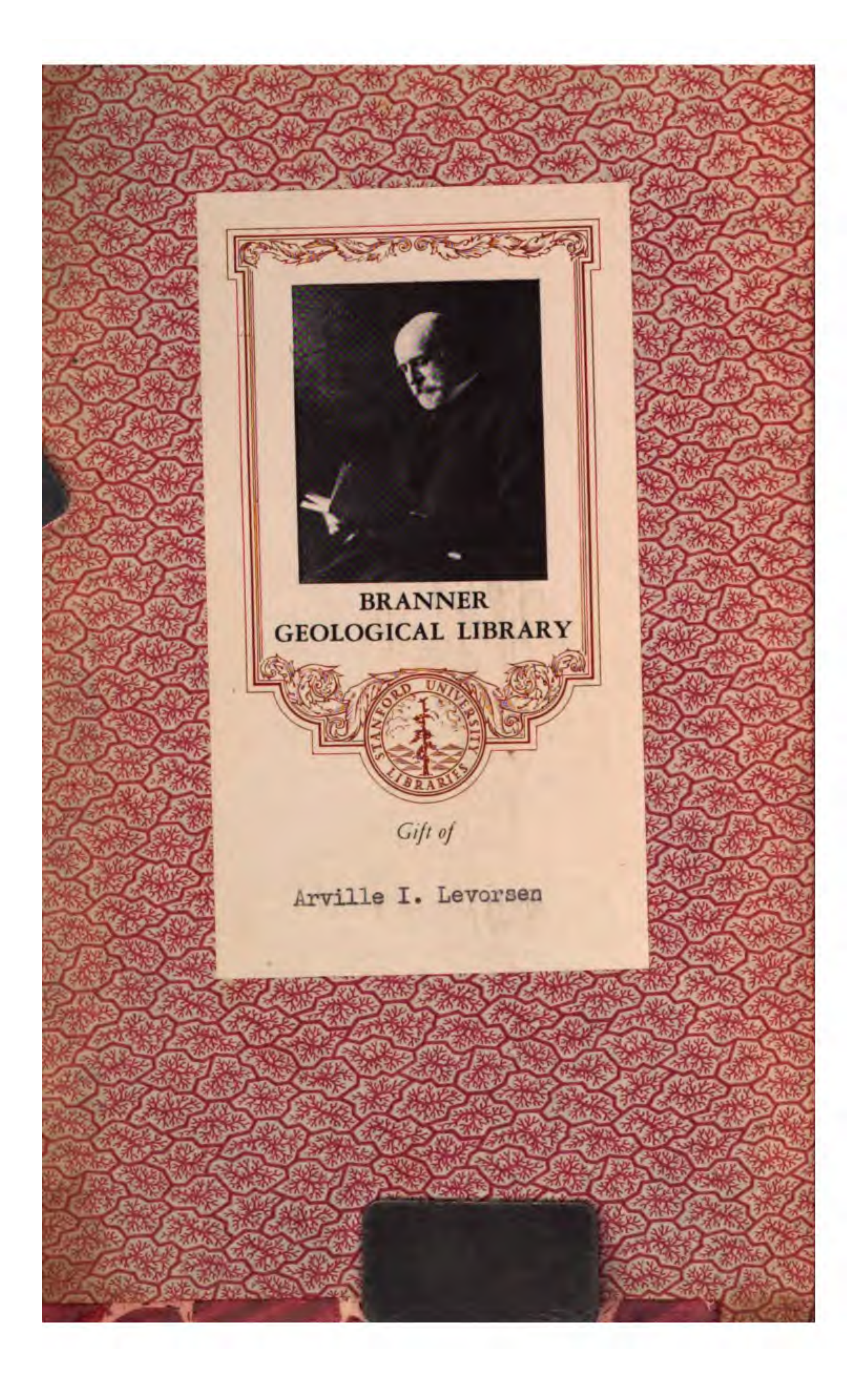
I. Levorsen
BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
Gift of
Arville I. Levorsen



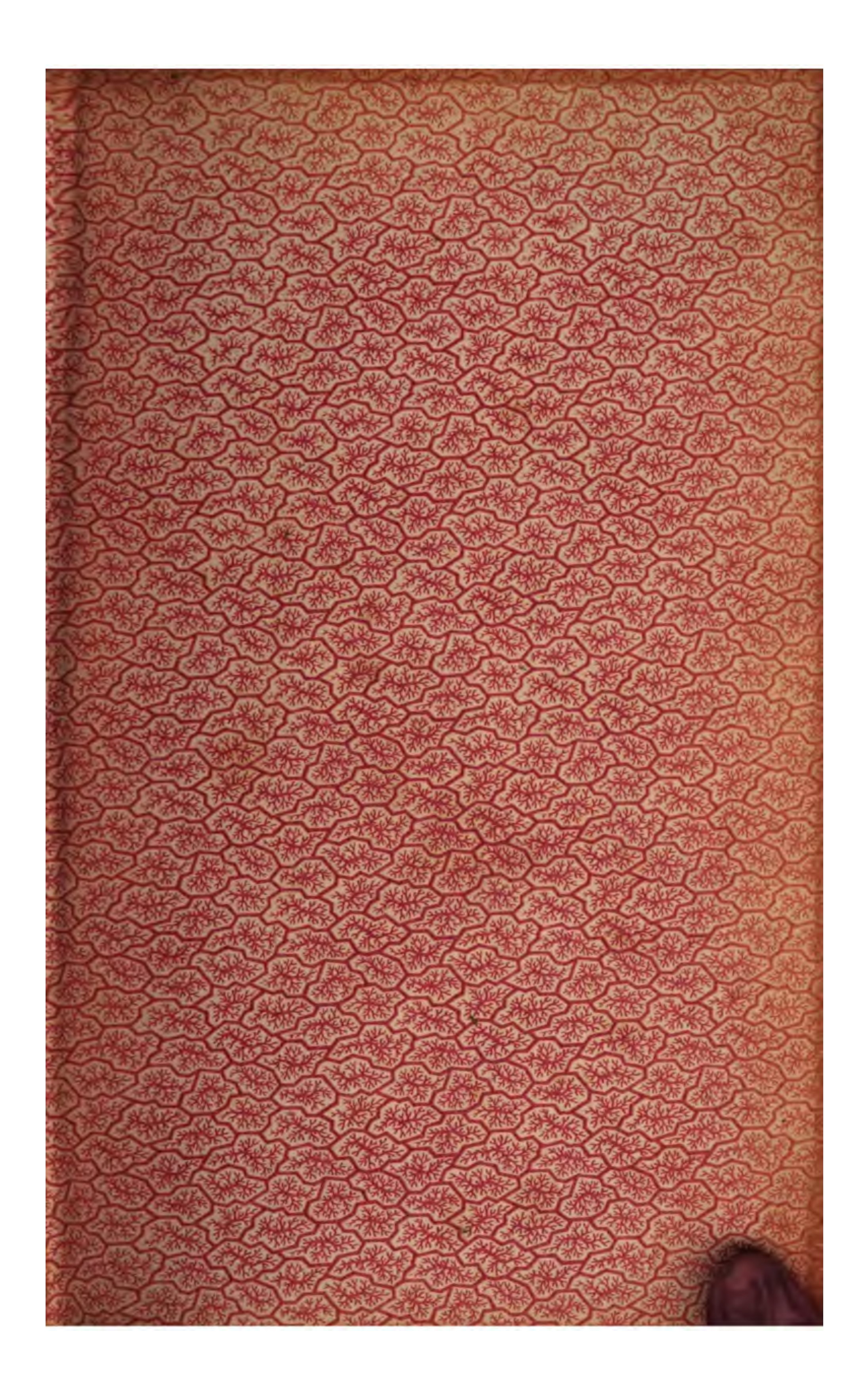
HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE.



STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES



HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE.

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE

DE 1834 A 1849,

PAR

A. D'ARCHIAC de Saint Simon

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

SOUS LES AUSPICES

DE M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

TOME TROISIÈME.

Formation nummulitique.
Roches ignées ou pyrogènes
des époques quaternaire et tertiaire.

PARIS.
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.
1850.

progrès de la géologie dans chaque pays; nous avons mis en parallèle la rapidité et le développement de ces progrès dans l'ancien et dans le nouveau monde, et en même temps le degré de certitude et la facilité d'application des divers moyens employés pour atteindre le but proposé.

Il est résulté pour nous de ces comparaisons, que c'est en faisant concourir, suivant les lieux et les circonstances, tout ce qui est acquis à la science, en se servant tantôt séparément, tantôt simultanément de chaque procédé dans ce qu'il a de vraiment utile, de positif et de pratique, et en le dégageant au contraire de ce qu'il peut renfermer de plus ou moins factice ou spécieux, en cherchant si quelque voie négligée n'offrirait pas des ressources encore mal appréciées, en considérant enfin plusieurs ordres de faits à la fois, que l'on peut espérer d'obtenir, dans le moins de temps possible, les connaissances les plus précises sur l'histoire de la terre.

Sans doute nous ignorons toutes les lumières que les recherches ultérieures viendront jeter sur ce sujet, et elles peuvent être immenses relativement à ce que nous savons aujourd'hui; mais nous devons dès à présent dégager la science des fausses appréciations, fruits d'études incomplètes, bornées à un petit espace, ou n'embrassant qu'une période de courte durée, eu égard à l'ancienneté du globe. Après tant de systèmes qui se sont évanouis devant l'inflexible logique des faits bien observés, et malgré l'obscurité qui enveloppe encore tant de points importants, nous pensons qu'une *géologie éclectique* peut être déjà entrevue et devenir bientôt une nécessité, de même que, dans un autre ordre d'idées, la *philosophie éclectique* devait être l'apanage des temps modernes.

Nous ne craignons pas que cette manière de voir paraisse aux uns trop prématurée, et que d'autres nous sachent mauvais gré de ce parti de *juste milieu* auquel nous nous sommes arrêté; mais si, contre toute attente, il en était autrement, nous le regretterions d'autant plus que ce blâme témoignerait d'un sentiment peu juste à notre égard et d'une disposition peu favorable aux progrès réels de la géologie: il ne faut pas nier le mouvement parce qu'on a cessé de marcher, ou, ce qui revient au même, croire que l'on avance, parce qu'on *marque le pas* en simulant la marche.

Le soin que nous avons toujours pris de ménager la juste susceptibilité des amours-propres, dans l'accomplissement d'une tâche qui n'était pas sans quelques difficultés, ne pouvait aller jusqu'à abdi-

quer le droit de juger, puisque notre travail n'était point une simple *chronique*, et lorsqu'à la suite d'une discussion il nous est arrivé de faire pencher la balance d'un côté plutôt que de l'autre, c'est évidemment parce que les faits les mieux constatés se groupaient et se coordonnaient de manière à donner, par leur nombre et leur importance, une démonstration plus rigoureuse, ou seulement plus probable dans un sens que dans l'autre. Si nous ne sommes point responsable de la valeur des arguments invoqués pour ou contre, nous le sommes en quelque sorte des conséquences justes ou fausses qu'on en peut déduire.

L'énumération des raisons émises de part et d'autre, et l'observation de l'ordre chronologique dans lequel les idées ou les faits se sont produits et développés, soit pour se confirmer, soit pour se combattre, nous soustraient d'ailleurs aux reproches assez souvent mérités des parties adverses, de ne prendre les arguments que dans un seul ordre de faits, de ne choisir que ceux qui sont favorables et dont on exagère la portée, d'altérer la véritable signification de ceux qui sont contraires, d'en diminuer la valeur ou de la dénaturer entièrement, enfin de s'appuyer sur des faits encore douteux, contestés ou mal éclaircis.

Mais dans quelques cas aussi, et à l'égard de certaines questions controversées, ou sur lesquelles de nouvelles observations nous ont paru nécessaires, le doute nous a semblé préférable à une conclusion hasardée. Nous savons que le doute répugne à beaucoup d'esprits, pour qui tout est positif et suffisamment démontré lorsqu'ils sont une fois soumis à l'empire de certaines idées; mais le coup d'œil le plus superficiel jeté sur l'histoire des sciences, et en particulier sur celle des deux derniers siècles, suffit pour prouver que la vérité ne se découvre pas si facilement tout entière ni du premier coup; ce n'est, en effet, ni la marche de l'esprit humain, toujours empreinte de quelque faiblesse, même dans ses plus magnifiques élans, ni par conséquent celle de la véritable philosophie de la nature; aussi l'éclat de ces assertions hardies qui frappent et étonnent au premier abord ne tarde-t-il pas à s'affaiblir, puis à disparaître en partie, lorsqu'elles sont soumises à une logique sévère et à l'action du temps, qui ne respecte que ce qui est absolument vrai, et qui les isole petit à petit des causes, souvent étrangères, qui contribuaient à leur prestige. Il ne reste plus alors de ces brillants édifices, élevés par l'alliance passagère et mal assortie de l'imagination et de l'observation, que quelques ruines, que quelques fûts de

colonnes, que quelques débris de corniches ou de chapiteaux, que l'on fait entrer ensuite dans de nouvelles constructions établies sur des bases plus solides.

L'examen très détaillé des discussions auxquelles a donné lieu la formation nummulitique qui va nous occuper pourra justifier quelques unes des réflexions qui précèdent, mais il fera surtout sentir la nécessité de procéder avec une certaine méthode lorsqu'on traite de semblables questions. Ainsi il nous montrera l'importance toujours prépondérante des relations ou des caractères stratigraphiques, tels qu'on doit les comprendre et les appliquer, puis en même temps l'étendue des ressources qu'offrent les caractères zoologiques employés dans le même esprit, et non exclusivement ou plutôt abusivement, comme dans ces classifications artificielles où l'on semble n'avoir oublié qu'une seule chose, la nature même qu'on croit nous représenter.

Ces ressources permettent d'abord de résoudre des difficultés que le premier mode de considération n'aurait pu surmonter, et elles peuvent ensuite rectifier des déductions erronées auxquelles auraient conduit des circonstances purement locales, des anomalies dues à des phénomènes accidentels et bornés; elles réduisent enfin à leur juste valeur des faits que l'on est d'autant plus porté à exagérer qu'on les a étudiés davantage, et qu'ils sont constamment sous les yeux du plus grand nombre des observateurs.

La formation nummulitique, avons-nous dit (1), s'étend d'une manière presque continue de l'O. à l'E., ou de l'Atlantique aux frontières du royaume d'Assam, sur 98 degrés de longitude, et elle est comprise du S. au N., du moins dans l'état actuel de nos connaissances, entre le tropique du Cancer et le 50e degré de latitude septentrionale. Elle forme une bande, allongée de l'O. N.-O. à l'E.-S.-E., qui diminue sensiblement de largeur dans cette dernière direction. Elle circonscrit ainsi complétement le vaste bassin de la Méditerranée et de son annexe la mer Noire, celui du golfe Persique, se prolonge par la chaîne de l'Elbourz et le plateau de l'Iran, jus-

(1) *Ante*, vol. II, p. 442 et 1018. — Par suite des résultats qu'un examen plus approfondi nous a fait entrevoir, nous avons substitué, conformément aux principes précédemment établis, le mot de *formation* à celui de *groupe*, que nous avions d'abord adopté. Quant à celui de *terrain*, il eût été en contradiction complète avec le sens que nous lui avons donné une fois pour toutes.

qu'aux montagnes du Caboul et aux parties occidentales de l'Himalaya, pour redescendre le long de la chaîne de Soliman, suivre celle d'Hala jusqu'à l'embouchure de l'Indus et se montrer plus à l'E. encore sur le flanc sud des monts Kossia.

Sa position géologique, ou l'horizon qu'elle occupe dans la série des terrains, sur les divers points de cette zone où elle a pu être le mieux déterminée, ne laisse pas d'incertitude. Lorsqu'elle repose sur les couches secondaires les plus récentes ou sur la craie proprement dite, c'est ordinairement à stratification concordante ; mais on la voit souvent s'étendre *transgressivement* sur les autres groupes crétacés, sur ceux de la formation jurassique, sur le lias, ou venir s'appuyer, à *stratification discordante*, contre les divers systèmes du terrain de transition, contre les schistes cristallins, le gneiss et même le granite (1).

Nulle part la formation nummulitique n'est surmontée de dépôts que l'on puisse regarder comme contemporains de la formation tertiaire inférieure du nord-ouest de l'Europe ; elle renferme au

(1) Il n'est peut-être pas inutile de préciser ici ce que nous entendons par *stratification transgressive* et par *stratification discordante*, quelques personnes regardant ces expressions comme synonymes. La stratification de deux systèmes de couches est *transgressive* lorsque le plus récent s'étend au delà du plus ancien, sans que ce dernier ait été dérangé d'une manière appréciable de sa position première. Les couches des deux systèmes semblent être horizontales, lorsqu'on les considère sur un seul point, et leur défaut de parallélisme ne se reconnaît que lorsqu'on vient à les suivre sur une grande étendue de pays. Telle est dans le sud-est de l'Angleterre la formation crétacée, qui recouvre successivement tous les étages de la formation jurassique, le lias et le trias, dont aucune des couches n'a été redressée ; tel est encore le calcaire lacustre moyen dans la partie orientale du bassin de la Seine.

La stratification est *discordante*, ou *contrastante*, lorsque le système inférieur a été évidemment redressé sous un angle plus ou moins prononcé avant le dépôt du second, et sur aucun point il n'y a de parallélisme apparent entre les couches de l'un et de l'autre. C'est le cas de la plupart des dépôts secondaires par rapport au terrain ancien dans l'ouest de l'Europe, et du terrain tertiaire au pied des chaînes secondaires.

On conçoit qu'un simple changement de niveau dans les eaux en un point donné, et quelle qu'en soit la cause, suffit pour produire une superposition transgressive, tandis qu'il faut de toute nécessité un changement de position des couches elles-mêmes du plus ancien des deux systèmes, par rapport à l'horizon, pour donner lieu à une superposition discordante. Si le soulèvement a été très faible ou bien a eu

contraire les fossiles les plus caractéristiques de cette dernière, d'une extrémité à l'autre de la zone qu'elle occupe, et elle est fréquemment recouverte par la formation tertiaire moyenne. Sa puissance n'est pas moins considérable que son étendue en surface, mais sa composition pétrographique, abstraction faite des actions métamorphiques locales, est assez simple, relativement à ce que l'on observe dans les petits bassins tertiaires du nord-ouest.

La répartition des fossiles dans le sens de sa hauteur est aussi beaucoup plus constante, et, à peu d'exceptions près, on n'y remarque point, à des niveaux différents, cette variété de faunes que l'on trouve fréquemment dans des espaces beaucoup plus resserrés et sur des épaisseurs beaucoup moindres. Cette uniformité de la faune dans le sens vertical, ou dans le temps sur un point donné, ne se reproduit pas dans le sens horizontal ou géographique, et l'on est frappé de la diversité qu'offre l'association des espèces, même à de très petites distances, et quoique certains types caractéristiques affectent une persistance remarquable d'un bout à l'autre de la zone.

Ainsi que nous nous attacherons à le démontrer, aucun des types d'animaux propres jusqu'à présent au terrain secondaire, tels que les rudistes, les Bélemnites et les céphalopodes à cloisons persillées, n'a été rencontré dans cette formation, de manière à faire croire qu'ils aient vécu en même temps que les Nummulites qui la caractérisent essentiellement; et réciproquement toutes les assertions de la présence de quelques uns de ces derniers corps, soit dans des dépôts réellement secondaires, soit au milieu de types secondaires, tombent devant les investigations auxquelles nous nous sommes livré. L'obligeance parfaite que beaucoup de géologues ont mise à nous communiquer les collections et les notes qu'ils ont rapportées de leurs voyages nous a permis de comparer les fossiles des limites les plus extrêmes de la formation nummulitique et d'un très grand nombre de points intermédiaires; aussi espérons-nous que, sous ce rapport, notre travail pourra offrir un intérêt dont le mérite doit être attribué aux savants qui nous ont donné ce témoignage précieux de leur bienveillance.

---

lieu en masse, ce qui a dû être souvent le cas, la distinction devient sans doute fort difficile, et même impossible à une certaine limite, puisque les couches ont été soulevées sous tous les angles jusqu'à la verticale, et même au-delà; mais il n'en est pas moins utile et commode, dans le langage géologique, de fixer le sens propre de ces deux mots, sauf à spécifier les circonstances où il peut y avoir doute.

Nous décrirons la formation nummulitique en marchant de l'O. à l'E., d'abord en Europe, puis en Asie, et nous reviendrons suivre les côtes de l'Afrique, le long de la Méditerranée, pour terminer notre étude dans le Maroc, précisément en face de l'Espagne, par où nous allons commencer. Quelques considérations générales qui s'appliquent à l'ensemble de la formation et un court résumé viendront ensuite; enfin, nous réunirons, dans un *Tableau général de la faune nummulitique*, toutes les espèces fossiles signalées, ou qui nous sont connues dans ces couches. Aucun essai de ce genre n'avait encore été fait pour les animaux de cette zone, et nous avons cru cette addition à notre travail principal d'autant plus utile au point de vue géologique et au point de vue zoologique, que les catalogues généraux de fossiles publiés récemment, outre les erreurs qu'ils renferment, ne donnent aucune idée juste de cette faune.

Nous rétablirons autant que possible, dans ce tableau, la synonymie des espèces, et une colonne y sera consacrée à l'indication des localités, où chacune d'elles a été citée. Le genre Nummulite en particulier a dû fixer notre attention, d'abord par son importance pour ce grand ensemble de dépôts qu'il caractérise, et ensuite par la confusion qui y règne, et que l'on augmente chaque jour. Cependant, ainsi que nous l'avons dit ailleurs (1), les espèces ne sont pas très nombreuses, et la plupart ont été figurées ou décrites plusieurs fois depuis plus d'un siècle, dans une infinité d'ouvrages. Ayant comparé les figures entre elles, et avec un nombre considérable d'échantillons provenant de tous les points de la zone, nous avons pu établir une synonymie suffisamment exacte pour la plupart des espèces, et restituer à chacune d'elles le nom qu'elle doit porter à l'avenir, c'est-à-dire celui qu'elle a reçu du premier auteur qui l'a rangée à sa véritable place. Il n'y en avait pas qui eussent plus de droits à cette restitution que celles qu'a décrites M. Defrance dans le *Dictionnaire des sciences naturelles*, et qui ont été méconnues par plusieurs auteurs et par nous-même; aussi, après avoir étudié les échantillons types dans sa collection, nous sommes-nous empressé de rendre cette justice tardive au vénérable doyen des naturalistes de l'Europe.

---

(1) *Mémoires de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 414. 1850.

CHAPITRE PREMIER.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'ESPAGNE.

M. S. P. Pratt (1) avait annoncé qu'au pied sud de la Sierra Morena, non loin de Cordoue, et sur une assez grande étendue, il existait des calcaires horizontaux, appuyés contre les couches redessées du système carbonifère, et presque entièrement composés de Nummulites semblables à celles de Biaritz (Basses-Pyrénées); de son côté M. Leymerie (2) avait présumé que certains dépôts avec Térébratules et échinodermes du même pays, placés par M. Leplay dans la formation tertiaire moyenne, pouvaient en réalité appartenir à la période nummulitique; mais les observations récentes de M. de Verneuil et les échantillons qu'il a recueillis à Villa-Franca, cinq lieues à l'est de Cordoue, nous ont fait naître comme à lui des doutes sur l'exactitude du rapprochement précédent. En effet, ces calcaires jaunes ou gris, durs et solides, sont remplis, non pas de véritables Nummulites, mais d'*Operculina complanata*, d'Orb., coquille très caractéristique des faluns des bassins de l'Adour et de la Garonne, des couches de Superga, etc., et qui se retrouve avec une extrême abondance aussi à Villa-Nueva del Rio, neuf lieues à l'est de Séville, où M. de Verneuil l'a rencontrée avec un de ces grands Clypéastres qui caractérisent également la formation tertiaire moyenne. Il est donc assez problable que toute cette partie de la vallée du Guadalquivir est occupée, comme on l'avait d'abord pensé, par des dépôts de cette dernière formation. **Andalousie, Murcie, etc.**

M. Amalio Maestre (3), en décrivant les environs de Malaga, avait réuni à la craie les couches nummulitiques des environs de cette ville, et particulièrement celles des carrières du Cerro de San Anton ou Tetas de Malaga; mais il résulte d'une communication

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 298. 1848.

(2) *Mém. sur les Nummulites*, etc. (*Mém. de l'Acad. de Toulouse*, 1847, p. 41).

(3) *Ogeada geogn. y minera sobre il litoral mediterraneo*, in-8. Oviedo, 1846. — *An. de minas*, vol. IV.

ultérieure de ce géologue, que les calcaires nummulitiques sont très distincts de la craie à Ammonites qu'ils surmontent, et qui est devenue dolomitique au contact des serpentines où des schistes serpentineux dans les sierra Almijara, Tegera, de Yunquera, de Mijar et de Marbella. La *Nummulina biaritzana*, var. *inflata* (1), paraît être fort répandue dans ces assises, où se trouve aussi la *N. moneta*.

Nous reproduirons ici les observations que M. de Verneuil a bien voulu nous communiquer sur ce même pays, à son retour du voyage qu'il a fait ce printemps dans le midi de l'Espagne (2). A une demi-lieue à l'est de Malaga, et séparés de la mer par une bande de terrain tertiaire moyen de 400 à 500 mètres de longueur, se montrent des calcaires blanc grisâtre, compactes, très durs, sans stratification apparente, et formant une ligne de rochers dirigée E.-O. Ces affleurements de couches remplies d'Alvéolines avec les *Nummulina Ramondi*, *biaritzana*, et peut-être *moneta*, et une Operculine, sont dominés au S. par d'autres calcaires blanchâtres, très compactes, et qui ont la plus grande analogie avec la *scaglia* du nord de l'Italie. Les assises nummulitiques sont donc évidemment placées entre un calcaire qui paraît représenter la craie et les dépôts tertiaires moyens. Quoique ces derniers soient horizontaux sur la côte, à Malaga et ailleurs, au contact des roches nummulitiques ils sont cependant redressés sous un angle de 10 à 12 degrés, comme entre la *hacienda* de san Anton et celle d'el Pario, sous le petit village d'el Palo.

Les roches des environs de Malaga sont disloquées et très altérées. Les calcaires y sont souvent dolomitiques, et les produits ignés, tels que les porphyres, les diorites et les serpentines y sont fort abon-

(1) Pour ne point embarrasser la description géographique et stratigraphique des couches, ni surcharger le texte de signes ou d'abréviations qui fatiguent le lecteur, nous renvoyons au tableau général des fossiles placé ci-après tout ce qui est relatif à la synonymie des espèces, aux noms d'auteurs, etc. Les noms spécifiques cités dans le texte courant sont ceux que nous avons définitivement adoptés; mais, par suite des rectifications que nous avons faites et qui sont indiquées au tableau précité, ces noms ne s'accordent pas toujours avec ceux employés par les géologues dont nous analysons les travaux, ni même avec ceux de nos propres publications. Les espèces qui, n'appartenant pas à la formation nummulitique, ne doivent pas figurer dans le tableau, sont les seules auxquelles nous ajouterons le nom d'auteur.

(2) Notes manuscrites de M. de Verneuil, 1850.

dants. Les couches nummulitiques semblent y être aussi altérées et bouleversées que les calcaires plus anciens; elles ne forment pas de bande continue et régulière; car, même à Malaga, les sédiments tertiaires moyens se voient au contact des schistes et des calcaires d'une époque bien antérieure. On conçoit ainsi pourquoi ces couches à Nummulites ont pu être placées ici dans le terrain secondaire, avec lequel elles ont tant de rapports.

On nomme dans le pays *jaspon* le calcaire compacte crétacé que M. de Verneuil compare à la *scaglia*, et la roche à Nummulites porte le même nom quoique moins compacte que la précédente, qui constitue de hautes montagnes du système crétacé.

Les marbres gris-jaunâtre de Gualchos, dans la province de Grenade, sont encore remplis de grandes Nummulites de 30 à 40 millimètres de diamètre.

M. Cook (1) semble avoir associé les bancs nummulitiques qui sont au nord-ouest d'Alicante avec les dépôts tertiaires plus récents sur lesquels la ville et le château sont bâtis, et M. Ezquerra del Bayo paraît avoir trouvé la *Nummulina lœvigata* aux environs de Murcie, dans des bancs qu'il regarde aussi comme tertiaires. Des lambeaux du même âge et caractérisés de même sont encore disséminés çà et là, au-dessus de la craie, le long de la côte orientale d'Espagne.

Provinces septentrionales. Asturies.

Si nous nous reportons maintenant au nord de la péninsule, en suivant de l'O. à l'E. la chaîne des Pyrénées, depuis les Asturies jusqu'en Catalogne, nous y trouverons les dépôts qui nous occupent plus développés qu'au sud, et surtout mieux suivis, quoiqu'ils aient été souvent confondus avec d'autres plus anciens. Ainsi, M. G. Schulz (2) avait compris les calcaires à Nummulites des Asturies, généralement horizontaux comme les marnes irisées, dans la formation crétacée, et M. A. Paillette (3), en mentionnant les

---

(1) *Sketches in Spain*. Esquisses sur l'Espagne, 2 vol. in-8. Paris. 1834. — M. H. de Collegno, qui a parcouru en 1849 les environs d'Alicante et de Malaga, ne paraît pas y avoir observé de roches nummulitiques. (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 344, 1850.)

(2) *Reseña geognost. del principado de Asturias* (*An. de minas*, vol. I). — *Vistazo geologico sobre Cantabria*. Madrid, 1845. — *An. de minas*, vol. IV, p. 133. — *Boletino of. de minas*, nos 34, 35, 1845. — *L'Institut*, 2 déc. 1847. — *Bull.*, vol. VIII, p. 326. 1837.

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. II. p. 150, pl. 12, fig. 8, 1845.

dérangements extraordinaires des roches secondaires sur la route de l'Infierto à Torazo, indiquait, depuis la Pena de Piniella jusqu'à ce village, des bancs verticaux de calcaires nummulitiques en stratification concordante, les uns avec les couches du trias, les autres avec des dépôts carbonifères. Mais, au printemps de 1849, M. de Verneuil (1), accompagné de M. Paillette, établit la véritable relation de ces assises nummulitiques avec les roches sous-jacentes, et ce que nous allons dire résulte de l'examen que nous avons fait des fossiles rapportés par M. de Verneuil et des communications verbales de notre savant ami.

Dans les falaises qui bordent la côte, sur les confins des provinces de Santander et des Asturies, avant d'atteindre San-Vicente de la Barquera, se montrent des conglomérats, des grès et des calcaires argileux avec plusieurs espèces de polypiers, entre autres 4 ou 5 espèces d'Astrées et l'*Orbitolites Fortisii*, puis les *Nummulina intermedia* et *Lucasiana*, un *Teredo* et l'*Ostrea vesicularis*, var. de Biaritz. Ces assises, qui semblent se rapporter aux bancs supérieurs des environs de Bayonne, seraient également moins anciennes que les calcaires nummulitiques proprement dits.

De San-Vicente à Columbres, sur une étendue de trois lieues, ceux-ci prennent un grand développement, et constituent souvent un calcaire argileux semblable à celui des Alpes. Les Nummulites y sont surtout très nombreuses et très variées, et les fossiles que nous avons reconnus sont les suivants : *Orbitolites Fortisii*, *Nummulina biaritzana?* *N. spissa*, *N. moneta*, *Id.* var. *c.* (2), *N. lævigata*, var. *inflata*, *N. Lucasiana*, *N. complanata*, var. *maxima* (3), *Bourgueticrinus Thorenti*, *Conoclypus conoideus* ou

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 523, 1849.

(2) Cette var. *minor* est de San-Vicente, où elle se trouve seule; les grandes se montrent sur d'autres points et de toutes les dimensions, depuis 3 millimètres jusqu'à 3 centimètres de diamètre. Les individus très jeunes ont les bords arrondis; ils sont plus renflés que les adultes; la dépression centrale ne devient sensible que lorsque les individus ont atteint 4 à 5 millimètres de diamètre. A cet âge cette espèce pourrait être confondue avec la *N. Lucasiana*, si celle-ci n'avait pas les bords tranchants et n'offrait des plis rayonnants sur son pourtour.

(3) Nous avions cru d'abord pouvoir distinguer cette Nummulite sous le nom de *columbresiana*, mais une étude plus approfondie est encore nécessaire pour qu'on la sépare décidément de la *N. complanata*. Elle atteint jusqu'à 8 centimètres de diamètre, et son épaisseur n'est

très voisin (1), *Schizaster rimosus*, *Serpula spirulæa*, *Ostrea gigantea* et *Gryphæa*.

Les bancs nummulitiques sont ici en contact avec des calcaires de la craie, remplis de *Micraster cor-anguinum*, Ag., et qui les séparent des assises inférieures de la même formation. Ce sont les grandes Orbitolites trouvées dans ces dernières, et prises pour des Nummulites, qui avaient fait dire que ces foraminifères se trouvaient dans la craie; cette erreur, commise aussi sur tant d'autres points, n'a pas peu contribué à entretenir la confusion et les idées les plus fausses sur la véritable position des couches dont nous parlons. Dans les Asturies, elles ne se présentent d'ailleurs que par lambeaux, et elles ont subi les mêmes bouleversements que la formation crétacée. Ces bouleversements, quoique considérables, sont moindres cependant que ceux qui ont affecté le terrain de transition du même pays. Sur le versant méridional de la chaîne cantabrique, dans la province de Léon, les Nummulites n'ont pas encore été signalées, et les couches crétacées y sont recouvertes par un vaste dépôt de poudingue tertiaire plus récent: ainsi pendant la période nummulitique il existait déjà sur ce point une crête émergée, alignée comme la chaîne actuelle, et contre laquelle se déposèrent les sédiments qui furent redressés immédiatement après.

Biscaye, etc.

Dans sa *Reconnaissance géologique de la province de Biscaye* (2), M. D. C. Collette a établi sept groupes dans la formation crétacée de ce pays; mais quoique ce travail ait été fait avec beaucoup de soin, l'absence de coupes laisse des doutes sur la position relative de plusieurs d'entre eux, et nous n'en parlons en ce moment que parce que l'auteur y signale des Nummulites à plusieurs niveaux. Par les détails qu'il donne, il est souvent facile de s'assurer que ce sont des Orbitolites comme l'*O. conica* d'Arch. dans les calcaires compactes du *groupe*

---

que de 6 millimètres 1/2; on y compte 30 couches complètes et les individus jeunes sont comparativement plus renflés. Les cloisons, assez rapprochées, sont fort obliques, et les tours de spire étroits sont fort nombreux.

(1) Ce *Conoclypus* est plus déprimé et plus ellipsoïdal que le *C. conoideus* du Kressenberg; ses ambulacres sont aussi plus larges. Celui des couches nummulitiques de la Crimée est moins élevé que celui du Kressenberg et plus piriforme au sommet; enfin, le *C. Bordæ* des environs de Dax est moins conique.

(2) *Riconocimiento geologico del señoreo de Viscaya*, in-8, avec carte. Bilbao, 1848.

d'Ereno, et une autre espèce plane, mentionnée p. 47. Il en est probablement encore de même des Nummulites citées dans les psammites micacés du *groupe de Valmaceda*, mais il ne serait pas impossible que le dernier de ces *groupes*, celui d'*Orduna*, qui ne fait qu'apparaître dans la Biscaye pour se développer dans les provinces d'Alava et de Burgos, n'appartînt réellement à la formation nummulitique. Il est composé de calcaires argileux, gris, très facilement désagrégés par les agents atmosphériques, et de calcaires compactes, gris clair ou bleuâtres, ayant l'aspect de murailles ruinées. Au sommet du mont Gorbea, des calcaires gris, compactes, subcristallins, avec des veines et des rognons de calcaire spathique, renferment une grande quantité de Nummulites.

La formation nummulitique se prolonge du Guipuscoa dans la Navarre, l'Aragon, la Catalogne, et jusque dans la province de Girone (1). Après Sallent, et en s'avançant à l'E., cessent les roches volcaniques, et l'on marche sur les calcaires à Nummulites réunis à la craie par M. Amalio Maestre (2); puis viennent des marnes bleuâtres de la même formation, qui se prolongent jusqu'à la plaine de Banolas, fond d'un ancien lac tertiaire. Les collines situées au nord-est de cette plaine correspondent aux mêmes couches et se continuent, d'une part jusqu'aux Pyrénées et de l'autre jusqu'à la mer. Les calcaires à Nummulites des Escaulas, deux lieues à l'ouest de Figuières, laissent suinter du pétrole et renferment des bancs d'asphalte et de lignite. Girone est bâtie sur des calcaires remplis de Nummulites (*N. biaritzana*), d'Huîtres, de Peignes et de débris de grands sauriens. Ces roches, appelées pierre d'œil de couleuvre (*pedra d'ull de serp*), et qui à l'ouest d'Olot s'étendent sous toute la plaine, se montrent aussi dans le haut Aragon, vers Graus, à l'embouchure de l'Essera, et ont été employées dans les diverses parties de la cathédrale de Girone. Aux environs de Tarragone, on exploite un beau marbre rempli de Nummulites (*N. spissa*) (3).

(1) Les limites géographiques de cette formation, rapportée à la craie par M. Dufrénoy, ont été fort bien tracées sur la carte géologique de la France, depuis Vittoria jusqu'à Figuières.

(2) *Descripcion geognostica y minera*, etc. Description géognostique et minière de la Catalogne et de l'Aragon (*An. de minas*, vol. III, p. 233, 1845. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 627, 1845).

(3) Note manuscrite de M. de Verneuil.

CHAPITRE II.

FORMATION NUMMULITIQUE DU VERSANT NORD DES PYRÉNÉES.

C'est au pied du versant septentrional des Pyrénées que commença, il y a près de vingt ans, une discussion qui dure encore, sur l'âge des couches à Nummulites qu'on y observe. Le champ de cette discussion s'étendit ensuite aux deux versants des Alpes et même au delà, pour les dépôts présumés contemporains, et beaucoup de géologues et de paléontologistes y prirent part directement ou indirectement.

L'un des plus grands services qui ait été rendu à la géologie de la France est le parallélisme que M. Dufrénoy (1) a su établir entre les dépôts secondaires du sud et ceux du nord ; il a séparé et caractérisé nettement les formations triasique, jurassique et crétacée du sud ,mal définies et mal limitées avant lui, et dont une grande partie était désignée sous les noms vagues de *grès rouge* et de *calcaire alpin*. Le savant académicien obtint ces résultats par la combinaison de recherches stratigraphiques et paléontologiques ; mais, si l'on se reporte au temps où M. Dufrénoy poursuivait ses laborieuses et fécondes investigations, on s'apercevra que la connaissance des fossiles était encore peu avancée ; certaines analogies de formes suffisaient pour qu'on rapprochât des espèces qui, plus tard, ont été distinguées et séparées, et, par suite d'un examen comparatif plus approfondi, les mélanges de fossiles tertiaires et crétacés, que l'on croyait assez fréquents, sont devenus de plus en plus rares, et c'est à peine si, sur mille ou douze cents espèces, on en pourrait citer aujourd'hui avec certitude 6 ou 7 passant d'une formation dans l'autre. Ainsi l'une des données qui semblait confirmer d'abord le classement des couches nummulitiques du midi de la France dans la partie supérieure de la formation crétacée a perdu toute sa force, et l'autre, celle qui est relative à la stratification, paraît être susceptible d'une interprétation différente.

(1) *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, vol. I et II, 1830-34.

La formation nummulitique occupe, au nord des Pyrénées, deux régions distinctes : l'une à l'O., que nous avons déjà désignée sous le nom de *bassin de l'Adour*, l'autre à l'E., que nous nommerons *bassins de l'Aude* et *de la Garonne supérieure*.

§ 1. **Bassin de l'Adour.**

Environs de Bayonne. M. Grateloup (1), qui avait recueilli un grand nombre de fossiles, et surtout d'échinodermes, dans les couches à Nummulites des environs de Dax et de Bayonne, les ayant confondus avec ceux des couches crétacées qui ne renferment point de Nummulites, rapportait le tout au *grès vert*, sans se dissimuler cependant que les caractères généraux d'une partie de cette faune la rapprochaient de celle des dépôts marins tertiaires. Dans un examen rapide que nous fîmes des mêmes localités (2), nous séparâmes nettement les couches avec fossiles évidemment crétacés de celles qui renferment les Nummulites; mais le petit nombre de coquilles que nous trouvâmes associées à ces dernières ne nous conduisit pas à les regarder comme faisant partie d'une formation distincte, et nous suivîmes l'opinion de M. Dufrénoy, ainsi que M. de Collegno (3), qui peu après revint sur ce sujet.

En 1843, M. Alc. d'Orbigny (4), interpellé sur l'âge des dépôts du midi de la France, que l'on croyait renfermer à la fois des espèces tertiaires et crétacées, répondit que, soit d'après ses propres observations, soit d'après les collections qui lui avaient été communiquées, il ne pensait pas qu'il y eût dans ce pays aucune couche où ce mélange existât, et que, quant aux falaises de Biaritz et de Bidart à l'ouest de Bayonne, la suite des corps organisés qu'en avait rapportée M. Thorent démontrait qu'il y avait deux séries de couches tout à fait différentes : l'une, inférieure, située au S., renfermant des Ammonites, et qui appartient à la craie ; l'autre, supérieure, développée principalement au-dessous du phare, et qui paraît être tertiaire. Dans celle-ci dominent les Nummulites et les

---

(1) *Mém. de géo-zoologie sur les Oursins fossiles des environs de Dax* (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. VIII, p. 117, 1836).

(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 170 et 175, 1836.

(3) *Bull.*, vol. X, p. 309, 1839.

(4) *Ibid.*, vol. XIV, p. 487, 1843.

Assilines associées à l'*Eupatagus ornatus*, au *Beloptera belemnitoidea* et à beaucoup d'autres coquilles de formes tertiaires. Quelques unes des espèces de Nummulites sont identiques avec celles des sables inférieurs du Soissonnais. Aussi, se demande le savant paléontologiste, ne serait-il pas rationnel de placer sur le même horizon et à la base du terrain tertiaire inférieur les couches à Nummulites des environs de Dax et de Bayonne, celles du bassin de l'Aude, à l'est, et les sables inférieurs du bassin de la Seine? Ce groupe aurait pour représentant, sur la rive droite de la Gironde, le petit lambeau de Saint-Palais, surmonté par le calcaire grossier de Blaye, parallèle à celui du nord de la France (*antè*, vol. II, p. 673).

Nous appuyâmes cet aperçu (1) de quelques considérations sur l'extension du type nummulitique qui se continue, avec des caractères comparables, sur les deux versants des Alpes et dans l'est de l'Europe, aussi bien qu'en Asie et dans le nord de l'Afrique; mais M. Dufrénoy (2) persista, et cela avec toute raison, à séparer les couches à Nummulites du versant nord des Pyrénées, d'abord du calcaire grossier de Blaye, et ensuite des calcaires marins du bassin de l'Adour, qu'il plaçait sur l'horizon de ce dernier, mais que nous avons vus être plus récents (*antè*, vol. II, p. 707). Cette distinction, exacte en elle-même, entraînait-elle nécessairement la réunion des couches nummulitiques à la craie, dont elles auraient ainsi formé le membre supérieur, comme le calcaire pisolitique des environs de Paris? C'est ce que des travaux plus récents ne paraissent pas avoir confirmé.

Dans le même temps que cette discussion avait lieu devant la Société géologique de France, M. S. P. Pratt communiquait à la Société géologique de Londres une note sur les environs de Bayonne (3), dans laquelle il décrivait les couches qui affleurent le long des falaises, depuis la Chambre-d'Amour au nord de Biaritz, jusque près de Bidart, et il faisait voir que les caractères stratigraphiques et minéralogiques des roches s'accordaient avec la distribution des fossiles pour y admettre deux séries tout à fait différentes, l'une appartenant à la craie et l'autre au ter-

---

(1) D'Archiac, *Bull.*, vol. XIV, p. 488.
(2) *Ibid.*, p. 490.
(3) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 157, 1843. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 185, 1846.

rain tertiaire le plus ancien. Celle-ci n'aurait pour équivalent que les dépôts des Diablerets et quelques autres qui s'y rattachent par leur position et leurs fossiles. Toutes les assises de Biaritz auraient été élevées après le soulèvement de la craie proprement dite, laquelle aurait participé à son tour aux mouvements des strates nummulitiques. M. Deshayes (1), ayant examiné la collection de M. Pratt, se prononça dans le même sens; pour lui, toutes les couches à Nummulites représentent le terrain tertiaire inférieur, et il fait voir en outre que la plupart des espèces fossiles de Biaritz, qui ont leurs analogues dans le calcaire grossier, diffèrent de celles du bassin de l'Aude, qui ont leurs analogues dans les sables inférieurs du Soissonnais. Quant à la présence de certaines coquilles crétacées parmi les Nummulites, nous verrons plus loin qu'elle n'était établie que sur des rapprochements spécifiques incomplets, et qu'il en a été de même de plusieurs des espèces mentionnées dans la note de M. Pratt.

Ainsi les falaises qui bordent la côte de l'Océan, à l'ouest de Bayonne, entre l'embouchure de l'Adour et Saint-Jean-de-Luz, et particulièrement au-dessous du village de Biaritz, avaient déjà attiré l'attention des géologues et des paléontologistes, lorsque M. Thorent (2), par une étude plus détaillée de cette localité, en est venu compléter la connaissance. La coupe qu'il a donnée de cette série d'escarpements, en représentant fidèlement la disposition des couches et l'aspect même des côtes, ne laisse plus d'incertitude; aussi la suivrons-nous attentivement en marchant du N. au S.

Les premières assises qui s'élèvent de dessous les dépôts modernes de l'embouchure de l'Adour composent les falaises dites de la *Chambre-d'Amour*. Ce sont des calcaires marneux et sableux, bleuâtres et grisâtres, alternant avec des lits de calcaire argilo-sableux, jaunâtres, presque horizontaux près du phare, et se relèvent insensiblement jusqu'à Biaritz, où ils plongent de 20 à 25° au N.-E. Les premiers bancs calcaires renferment peu de fossiles (*Cytherea Verneuili*) (3) et sont surmontés çà et là par quelques

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 576, 1844.

(2) *Mémoire sur la constitution géologique des environs de Bayonne* (*Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 573, 1844; — *Mém.*, *id.*, 2e sér., vol. I, p. 181, avec plan et coupes, 1846).

(3) Nous avons substitué aux noms de fossiles cités par M. Thorent ceux que nous avons adoptés dans la description spéciale que

lambeaux de calcaires sableux avec *Operculina ammonea*. Au phare les calcaires marneux précédents sont caractérisés par l'*Eupatagus ornatus* et la *Nummulina biaritzana*, et les calcaires argilo-sableux, qui alternent d'abord avec eux pour se développer tout à fait au delà du phare, sont presque entièrement composés de *Nummulina intermedia*. On y trouve, en outre, après l'interruption du moulin, depuis l'Atalay jusqu'à Biaritz et au delà du Vieux Port, l'*Ostrea gigantea* et beaucoup d'autres fossiles (*Nummulina biaritzana*, *Scutella subtetragona*, *Echinolampas subsimilis*, *Chama subcalcarata*, *C. antè-scripta*, *Spondylus detritus*, *Pecten biaritzensis*, *P. subtripartitus*, *P. Thorenti*).

Du Vieux Port jusqu'au delà du Rocher du Goulet, de nouvelles couches sortent de dessous les précédentes et à stratification parfaitement concordante; ce sont des marnes bleues, alternant avec un calcaire marneux, grisâtre, bleuâtre ou jaunâtre assez compacte, et d'épaisseur variable. La *Nummulina intermedia* et l'*Eupatagus ornatus* ne s'y montrent plus, tandis que la *Serpula spirulæa* et l'*Orbitolites Fortisii* y sont très répandues. Cette dernière, avec l'*O. papyracea*, domine dans les bancs inférieurs de cette nouvelle série de couches, et au Port des Basques se trouve associée avec des Dentales, *Trochocyathus pyrenaicus*, *Flabellum Dufrenoyi*, *Balanophyllia geniculata*, *Serpula spirulæa*, *Spondylus Nystii*, *Ostrea flabellula?* et *multisulcata*, *Turritella imbricataria?*, *Cerithium sublamellosum*. Les couches qui composent le Rocher du Goulet même, inférieures aux précédentes, ont présenté, avec plusieurs de ces espèces, un grand nombre de polypiers, de Serpules et de radiaires (*Pustulopora mamillata*, *P. Labati*, *Idmonæa Petri*, *Eschara subpiriformis*, *E. labiata*, *E. subchartacea*, *Retepora*, *Lunulites glandulosa*, *L. Vandenheckei*, *Guettardia Thiolati*, *Orbitolites stellata*, *Bourgueticrinus Thorenti*, *Macropneustes pulvinatus*, *Schizaster rimosus*, *Cœlopleurus Agassizii*, *Serpula dilatata*, *S. nuda*, *S. corona*, *S. eruca*), et une *Pinna* remarquable, désignée sous le nom de *P. transversa*.

Au delà du Rocher du Goulet et d'un petit cours d'eau qui débouche sur la côte, des calcaires marneux, bleuâtres et grisâtres font suite aux précédents, dont ils diffèrent seulement par les corps organisés qu'on y trouve, et à l'endroit où se termine brusquement

---

nous avons donnée plus tard des échantillons qu'il avait recueillis et dont nous parlerons ci-après.

la falaise, au-dessous d'Handiana ou du moulin Sopite, les calcaires sableux, jaunâtres, ne renferment presque plus de Nummulites; l'*Eupatagus ornatus* est rare, mais on y rencontre des crustacés (*Cancer punctulatus*), la *Terebratula tenuistriata* var. *a*, *T. æquilateralis*, *Ostrea flabellula* ou *multisulcata*, *Ostrea vesicularis*, var., *Vulsella falcata* et ses nombreuses variétés, *Pecten subtripartitus*, *Pygorhynchus sopitianus*, etc.

M. Thorent estime à 320 mètres l'épaisseur moyenne des calcaires marneux et sableux fossilifères de la Chambre-d'Amour, à 200 mètres celle des calcaires marneux et sableux du phare, à 200 mètres celle des couches d'Atalay, au-dessous de Biaritz, à 640 mètres celle des calcaires marneux, du Vieux Port au Rocher du Goulet, et à 260 mètres celle des roches qui de ce point s'étendent jusqu'à la fin de la falaise, au ruisseau du moulin Sopite. L'épaisseur totale des couches nummulitiques visibles dans ces escarpements, abstraction faite par conséquent de la portion que recouvre la plage sableuse de 800 mètres de long du moulin de Biaritz et de celle qui se trouve au delà du moulin Sopite, avant les roches dont nous allons parler, et qui est de 200 mètres de long; cette épaisseur, disons-nous, serait de 1600 mètres. A ce chiffre déjà bien élevé, il faudrait ajouter encore 200 mètres d'épaisseur attribuée aux couches supérieures à Operculines de Bayonne, dont on ne voit que des lambeaux sur la côte, et 260 mètres pour les plus basses, situées entre l'Adour et la Nive, à l'est de Bayonne, ce qui donnerait, d'après la *coupe théorique* (pl. VI *bis*), une épaisseur totale de plus de 2000 mètres pour la formation nummulitique dans cet espace restreint. Nous ne savons pas quels procédés M. Thorent a employés pour ces évaluations, et s'il s'est mis à l'abri des causes d'erreurs assez multipliées qu'offrent des couches dont les inclinaisons sont variables, où il y a des failles, des interruptions, et dont les caractères minéralogiques peu différents et la répartition des fossiles encore peu précise pourraient l'avoir conduit à des résultats exagérés. Rien ne prouve en outre que les couches situées entre la Nive et l'Adour soient plus anciennes que les autres, et, en résumé, ces épaisseurs, données comme des moyennes, nous paraissent devoir être vérifiées de nouveau.

En continuant à suivre le rivage, on trouve, après l'interruption de la falaise, au moulin Sopite, une série de couches entièrement différentes de celles dont nous venons de parler. Les premières, en effet, depuis le phare, inclinaient assez régulièrement au N.-N.-E., mais

les secondes deviennent verticales, puis disparaissent sous les dépôts d'argile jaune et lie de vin. Plus loin des calcaires gris, marneux, à cassure conchoïde, inclinent au S.-S.-O., formant avec les précédentes une sorte de cône de soulèvement dont le centre est occupé par des argiles bigarrées et du gypse. En avant de la falaise, on aperçoit, à marée basse, les affleurements de la masse de diorite qu'a signalée M. Dufrénoy.

Les calcaires marneux gris avec Nautiles, Ammonites (1) et Ananchites, qui se prolongent au S., reposent sur des couches peu épaisses de calcaire grisâtre avec des plaques de silex pyromaque. Au pied des falaises de l'ermitage de la Madeleine, à Bidart, on observe un soulèvement accompagné des mêmes circonstances que ci-dessus, et le calcaire marneux y renferme beaucoup d'*Inoceramus Cripsii*, Goldf.

Sur les bords de l'Adour, dans les communes de Sainte-Marie-de-Gosse et de Saint-Jean-de-Marsac (Landes), à quatre lieues au sud-ouest de Dax, M. Thorent a retrouvé les calcaires grossiers à échinodermes et pétris d'*Operculina ammonea*, que nous avons vus recouvrant çà et là les escarpements de la Chambre-d'Amour, et sur lesquels la ville de Bayonne est presque entièrement bâtie. Ils constituent aussi les hauteurs de Saint-Pierre-d'Iruby et de la citadelle, et le sol du vieux Boucaud. Dans la commune de Saint-Pierre, ils sont recouverts par des couches arénacées, poudingiformes, et à Saint-Léon, l'un des faubourgs de Bayonne, une excavation a fait voir qu'ils reposaient sur un calcaire marno-sableux, représentant les derniers bancs de la Chambre-d'Amour.

A un quart de lieue au sud de Saint-Pierre, sur le chemin de Villefranche, des couches inclinées au S.-O. paraissent être au contraire sur le même horizon que celles qui sont au delà du

(1) Ces Ammonites, toutes à l'état de moules et plus ou moins déformées, appartiennent à trois espèces, dont l'une, la plus commune, se rapproche des *Ammonites Lewesiensis*, Mant., et *Pailletteanus*, d'Orb.; l'autre est très voisine de l'*A. Beudanti*, Al. Brong., et la troisième affecte une forme propre au groupe néocomien; ses tours étroits et découverts montrent plusieurs *arrêts*, et lui donnent une certaine ressemblance avec l'*A. quadrisulcatus*, d'Orb. Tous ces moules sont formés par le même calcaire marneux qui les enveloppe. Nous nous bornons à signaler la présence de ces trois formes si différentes dans la même assise, l'état et le nombre des échantillons ne nous permettant d'en rien conclure.

Rocher du Goulet. La présence de la *Terebratula tenuistriata*, de l'*Echinolampas ellipsoidalis*, du *Brissus subacutus*, justifierait ce rapprochement. Une colline, située à quelque distance au sud de ce dernier point, présente, au-dessus des marnes, des calcaires remplis de *Nummulina complanata*, *N. spissa*, *N. biaritzana*, et recouverts par des couches avec *Ostrea gigantea*, des *Pecten*, le *Schizaster rimosus*, etc. Ces calcaires ont été aussi découverts plus au N., près de Saint-Pierre, sur le chemin de Briscous; et ces diverses assises représenteraient la partie moyenne et la base de la formation, les calcaires étant parallèles aux bancs inférieurs du Rocher du Goulet.

Ceux-ci constituent des collines à l'est de Bayonne, sur la rive gauche de l'Adour, et, des deux côtés de la Nive, ils offrent des cônes plus ou moins allongés, dont les couches plongent en divers sens. Nulle part ils ne semblent se lier aux calcaires siliceux, à cassure conchoïde, de Mouguerre au S., de Briscous, de Bidache, etc. au N., dont ils sont toujours séparés, comme sur la côte, par de larges vallées et des ravins profonds.

En résumant ses observations, l'auteur fait voir que les falaises de Biaritz à Bidart se composent de deux séries de couches distinctes et d'âge différent. Celles qui forment, d'une manière presque continue, les escarpements de la Chambre-d'Amour, jusqu'à 1000 mètres environ au delà du Rocher du Goulet (moulin Sopite), sont plus récentes que celles qui sont au S. et dont elles sont séparées par une côte basse, dépourvue de rochers. Cette séparation existe également à l'est de Bayonne, et nulle part M. Thorent n'a observé de concordance entre les couches à Nummulites et les calcaires compactes analogues à ceux de Bidart. Ces derniers, comme ceux de Saint-Jean-de-Luz et de tout le versant occidental des Pyrénées, affectent, en général, la même inclinaison qui doit être attribuée au soulèvement de la chaîne. Après les dépôts nummulitiques de Bayonne et de Biaritz, d'autres soulèvements locaux, dus à l'apparition des diorites, ont poussé ces roches ignées à travers les deux séries de couches à la fois; mais il est facile de reconnaître que les dérangements des strates nummulitiques sont uniquement dus à cette dernière cause, et que la première n'y a point participé. Nous verrons plus loin que cette conclusion a été contredite, mais en partant d'un point de vue différent de celui qui avait fait réunir ces couches à la formation crétacée.

« Il résulte enfin de nos observations géognostiques, dit en ter-

» minant M. Thorent (p. 189), que toutes les couches de calcaire » grossier, sableux et marneux, des environs de Bayonne et de Biarits » jusqu'au moulin Sopite en suivant la falaise, doivent être rap- » portées à la formation tertiaire inférieure, et que celles que l'on » rencontre un peu plus loin, jusqu'à Bidart et au delà, appartien- » nent à la craie. »

Dans une lettre qu'il a bien voulu nous adresser récemment, M. S.-P. Pratt (1) s'est occupé des limites superficielles de ces deux formations. Celle de la craie, si puissante et si relevée dans les Pyrénées, vient finir à une lieue au sud de Biaritz, par un promontoire qui est lui-même l'extrémité sud d'une chaîne basse de collines courbées irrégulièrement et dont l'extrémité nord se trouve sur la rive gauche de l'Adour, à 3 kilomètres de Bayonne. Cette petite chaîne est, à peu d'exceptions près, bordée par une vallée profonde et étroite qui s'abaisse par places au-dessous de la côte, et qui renferme deux petits lacs, dont la profondeur est inconnue. Cette ancienne vallée est presque entièrement remplie par le sable des dunes, excepté là où les argiles et les gypses ont été soulevés par les ophites, et la limite de la craie ne serait pas marquée au S., comme on l'a vu précédemment, par le vallon du moulin Sopite, car les collines qui sont au delà appartiennent encore aux couches nummulitiques. Ce bassin irrégulier, que circonscrit la craie, est occupé par d'autres chaînes de collines basses, séparées par de profondes vallées, qui forment des courbes aboutissant à la côte, et sur l'une desquelles est situé Biaritz. Les couches de ces collines ont des inclinaisons très variables, mais d'autant plus grandes qu'elles sont plus voisines de celles de la craie, avec lesquelles elles sont presque concordantes, de sorte que l'on peut croire que les unes et les autres ont été redressées par le même mouvement. Les strates nummulitiques renferment, comme on a vu, de nombreux fossiles qui généralement caractérisent chacun d'eux et dont il n'y a qu'un petit nombre qui traversent toute la série.

Si nous remontons actuellement au N.-E., nous reconnaîtrons avec M. J. Delbos (2), que dans la partie du bassin de l'Adour qui est au nord du Gave de Pau on peut distinguer de bas en haut : la *craie*, les *dolomies*, la *formation nummulitique*, les *grès* et les *lignites tertiaires*, les *faluns bleus*, les *faluns jaunes*, les *sables des* — Département des Landes.

(1) 6 mai 1850.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 537 et 712, 1847.

Landes et les *diorites* (ophites, Palassou). L'ensemble de ces dépôts se relève sensiblement vers les Pyrénées; leur superposition transgressive est fort irrégulière, mais dans la Chalosse, qui borde la rive gauche de l'Adour, ils semblent se recouvrir successivement du S.-E. au N.-O. Toutes les assises y sont très tourmentées par l'apparition de roches ignées; les cônes de diorite ou *pouy* ont disloqué les sédiments de divers âges, et, lorsqu'ils n'ont pu se faire jour, ils annoncent leur présence par le redressement des couches et par les modifications de leurs caractères minéralogiques.

La craie qui constitue le fond de ce bassin est presque partout recouverte par les couches à Nummulites ou par des dépôts tertiaires moins anciens. Elle affleure sur un petit nombre de points, soit qu'elle ait été amenée au jour par les diorites ou par quelque circonstance particulière du soulèvement de la chaîne principale, comme nous l'avons fait voir pour les rochers de Tercis (1), soit qu'elle ait subsisté sous forme d'îlots dans les mers où se sont déposés les sédiments plus récents. Les dolomies qui, suivant M. Delbos, se présentent plutôt comme des masses que comme des couches suivies (Tercis, Rivière, Dax, Benesse, Montaut, Arcet, etc.) et qui n'affectent point de stratification apparente, sont partout tourmentées et disloquées, ne renferment pas de fossiles et supportent aussi la formation nummulitique à laquelle elles semblent se rattacher plutôt qu'à la formation crétacée elle-même.

Les limites superficielles des assises que caractérisent les Nummulites sont assez irrégulières, mais ces assises n'acquièrent une certaine puissance qu'à l'ouest d'une ligne sinueuse, tirée de Montfort à Orthès. Presque partout, dans l'espace triangulaire que comprennent cette ligne, l'Adour et le Gave, elles sont recouvertes par les formations tertiaires moyenne et supérieure. L'auteur y établit, dans la Chalosse, trois étages qui se distinguent à la fois par leurs caractères paléontologiques, géologiques et minéralogiques. Ce sont, de bas en haut : les *marnes à Térébratules*, les *calcaires à échinodermes* et les *calcaires à Nummulites* proprement dits.

Les marnes à Térébratules sont des argiles calcarifères bleues ou verdâtres (Cassen, Nerbis, Coudures), quelquefois jaunes (Hontet), dont les fossiles les plus caractéristiques sont : *Cancer quadrilobatus?*, *Terebratula tenuistriata* var. *b*, *T. Delbosi*, *Vulsella falcata*,

(1) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 187, 1837.

Ostrea hippopodium, *O. vesicularis* var., *O. gigantea* var. *a.*, *Orbitolites submedia*. Ces marnes recouvrent les dolomies à Montet, et l'on pourrait y rattacher les marnes rouges gypsifères, modifiées par les diorites (pouy d'Arzet, Gaujac, pouy de Monsouer), ainsi que les argiles violacées avec aragonite de Bastennes.

Les calcaires à échinodermes, qui avaient été confondus avec la craie comme les marnes précédentes, sont ordinairement très blancs, quelquefois bleus et à grain fin. Cet étage, le moins puissant des trois, n'affleure que sur un petit nombre de points, (Montfort, Nousse, Lahosse, Baigts, Brassempouy). Les Nummulites y sont peu abondantes, mais les échinodermes s'y rencontrent fréquemment, surtout le *Schizaster rimosus*, l'*Hemiaster complanatus*, le *Brissopsis elegans* et le *Macropneustes pulvinatus*. A Brassempouy ces bancs reposent sur les marnes à Térébratules.

C'est dans les calcaires de l'étage supérieur que les Nummulites atteignent tout leur développement, au point de constituer la roche presque à elles seules. M. Delbos y distingue quatre assises, dont la première comprend des calcaires blanchâtres ou bleuâtres avec *Nummulina moneta*, *N. mamillata*, *Serpula spirulæa*, etc. (Gibret, Dounzacq, Audignon, etc.); la seconde, des couches puissantes de calcaires marneux, gris ou bleuâtres, pétris de *Nummulina spissa* avec l'*Ostrea gigantea* var. et la *Serpula spirulæa* (Baigtz, Nousse, Montfort, Gamarde, Brassempouy); la troisième, des calcaires siliceux renfermant une prodigieuse quantité d'*Operculina ammonea*, et de *Nummulina biaritzana*; enfin la quatrième et dernière assise est représentée par un lambeau de calcaire sableux avec *Ostrea cyathula*, qui surmonte, au Tuc du Saumon, dans la commune de Louer, les couches à *N. intermedia*. Le troisième étage, bien séparé des deux autres, recouvre à Gibret des calcaires du second, et à Audignon les dolomies. C'est lui qui, comme on l'a vu, constitue la presque totalité du sol des environs de Bayonne.

Ces trois étages du département des Landes nous ont paru pouvoir être représentés de la manière suivante (1) dans les falaises de Biaritz que nous venons de décrire. Les couches nummulitiques de la Chambre-d'Amour et du phare qui se prolongent jusqu'au Vieux Port appartiendraient à l'étage supérieur; celles qui leur succèdent, en se relevant du Vieux Port au Rocher du Goulet, appartiendraient

(1) D'Archiac, *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1006, 1847. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 398, 1850.

au second, et au delà du ruisseau qui débouche près de ce rocher jusqu'à celui du moulin Sopite règnent des calcaires marneux, bleuâtres et grisâtres, puis des calcaires sableux, jaunâtres, avec les Térébratules, les ostracées et les crustacés de l'étage inférieur.

Environs de Pau.

La position des marnes sableuses de Bos-d'Arros au sud de Pau n'a pas été déterminée géologiquement. Ces marnes ont été mises à découvert sur un espace beaucoup trop restreint pour qu'on puisse avoir aucune certitude à cet égard. L'abondance des fossiles que M. Lejeune y a recueillis et que M. Alex. Rouault (1) a fait connaître, leur état de conservation remarquable et la prédominance des gastéropodes, peu nombreux à Biaritz et très rares aux environs de Dax, en font en quelque sorte un gisement à part, que certaines espèces communes rattachent néanmoins aux précédents, sans aider beaucoup à déterminer son niveau géologique. La *Terebratula tenuistriata* y est à la vérité signalée, mais les crustacés et les ostracées, qui l'accompagnent ailleurs dans l'étage inférieur, manquent, ou y sont rares et mal caractérisés; les échinodermes, si répandus dans le second, y ont à peine laissé quelques débris, de sorte que, par le nombre et la variété des Nummulites, on serait porté à placer cette faune sur l'horizon des assises de la Chambre-d'Amour, des environs de Bayonne et des parties moyenne et inférieure du troisième étage de M. Delbos.

Généralités sur le bassin de l'Adour.

M. N. Boubée (2) croit que la formation nummulitique des Pyrénées se divise en deux parties : l'une, dont les couches sont soulevées, disloquées et fortement inclinées; l'autre, au contraire, où elles sont horizontales et dans leur position originaire. Par suite, les premières sont antérieures au soulèvement de la chaîne; les autres, plus récentes, ont été formées après. Les roches inclinées sont de beaucoup les plus puissantes, les plus développées, les seules que ce géologue désigne sous le nom de *terrain nummulitique* (Bastennes, Mouguerre, Gensac). Elles reposent sur la craie avec *Ananchytes ovata*, Lamk., et représenteraient pour lui la craie supérieure du nord. Quant à la présence, à Gensac, des Nummulites associées au *Pecten quinquecostatus*, Lamk., il est probable, et la suite le justifiera, qu'il y a encore là une de ces erreurs de détermination que

---

(1) *Description des fossiles du terrain éocène des environs de Pau* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 457, 1850).

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 1011, 1847.

nous aurons si souvent à signaler. Le type de la seconde division de M. Boubée se trouve autour de Biaritz ; ce sont les roches qui constituent les falaises, celles qui supportent la cathédrale de Bayonne, et qui forment les escarpements de la Nive en amont de la ville. Les Nummulites y abondent, comme on l'a vu, et elles se placeraient, suivant une opinion déjà exprimée, sur l'horizon des sables inférieurs du nord.

Nous trouverons plus loin, en examinant les roches nummulitiques du bassin de l'Aude, des observations qui semblent confirmer celles-ci à certains égards ; mais dans le bassin de l'Adour nous ne connaissons pas encore de localité où la superposition discordante du second étage au premier soit bien évidente ; nous ne voyons pas non plus nettement, parmi les divisions qu'a proposées M. Delbos, et dont la plus basse repose sur la craie à *Ananchytes ovata*, Lamk., et cela dans le département des Landes comme sur la côte, celle qui pourrait représenter l'étage inférieur de M. Boubée. Quoiqu'il y ait certaines différences, et cela devait être, entre la faune des couches inférieures, et surtout celle des *marnes à Térébratules*, et celles des deux divisions supérieures, nous ne pouvons admettre encore qu'elles diffèrent assez les unes des autres pour être placées dans des terrains distincts. Ainsi dans le bassin qui nous occupe, les couches nummulitiques semblent former un tout parfaitement séparé de la craie sous-jacente et de la formation tertiaire moyenne qui les recouvre.

A l'appui de cette dernière assertion, et en justifiant une présomption déjà exprimée par M. Leymerie (1), M. V. Raulin (2) a fait voir que les calcaires coquilliers des bords de la Deuze, près de Saint-Justin (Landes), n'appartenaient point à l'horizon du calcaire grossier de Blaye, comme on avait pu le penser (3), mais qu'ils étaient parallèles aux faluns tertiaires moyens ou à la mollasse des bassins de la Gironde et de l'Adour (4) ; aussi, énumérant, comme

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 562, 1847.
(2) *Ibid.*, vol. V, p. 114, 1848.
(3) Dufrénoy, *Mémoires pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. III, p. 39, 1836. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 551 et 570, 1848.
(4) Cette observation, juste en elle-même, ne prouve cependant rien pour la question générale théorique qu'on y a rattachée, non plus que l'objection qu'on y a faite, que si le calcaire grossier de Blaye existait en cet endroit, il serait horizontal, car les couches à Nummulites sont elles-mêmes horizontales sur beaucoup de points du bassin de l'Adour, et rien ne prouve que leur manque d'hori-

nous l'avons fait (*antè*, vol. II, p. 706), les divers étages qui viennent au-dessous dans le second de ces bassins, l'auteur conclut que les couches à Nummulites reposent sur la craie de Tercis, comme les couches tertiaires de Saint-Palais, à l'embouchure de la Gironde, qui sont pour lui contemporaines des dépôts nummulitiques du sud, recouvrent la craie jaune de Royan. Nous avons contesté ce dernier rapprochement déjà proposé par M. Alc. d'Orbigny (1) et par M. Delbos (2), d'abord à cause de l'absence des Nummulites à Saint-Palais (3), ensuite parce que les espèces d'échinodermes que l'on avait crues identiques de part et d'autre ne le sont réellement pas, et, enfin, par des considérations de stratigraphie générale (*antè*, vol. II, p. 701).

Quant à ce qu'il n'existe dans la craie aucune des espèces nombreuses d'échinodermes que renferment les dépôts nummulitiques placés au-dessus, c'est un fait sur lequel s'appuie avec raison M. Raulin, lorsqu'il dit : « Je ne comprends pas pourquoi le » groupe nummulitique ne serait pas le représentant du véritable » terrain tertiaire inférieur, puisque les données paléontologiques » et de superposition lui assignent sa place entre la craie supérieure » et la formation tertiaire moyenne, dans les localités où la formation inférieure n'a pas été reconnue. » Les objections du même géologue à l'opinion émise par M. Leymerie sur les causes de la différence que présentent les deux rivages opposés du bassin du sud-ouest nous paraissent également fondées, et nous reviendrons plus loin sur les conséquences qu'il en a déduites, en même temps que sur certaines conclusions appliquées à l'ouest par suite de recherches faites sur les couches nummulitiques de l'est.

Faune du bassin de l'Adour.

Nous avons eu occasion de nous occuper, à diverses reprises, de la faune nummulitique du bassin de l'Adour, et nous résumerons ici ce que nous avons dit à son égard. Dans la *Description des fossiles*

zontalité à Saint-Justin, qui est au nord, se rapporte nécessairement au soulèvement des Pyrénées. Nous faisons cette remarque, non pas pour contester l'influence évidente de ce soulèvement sur une grande partie de couches à Nummulites, mais parce que nous croyons que l'on a attribué à ce fait isolé une importance qu'il n'a réellement pas.

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 487, 1843.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1014, 1847.

(3) D'Archiac, *ibid.*, vol. V, p. 129, 1848. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 420 et 426, 1850.

recueillis par M. Thorent aux environs de Bayonne (1), déjà nous signalions la prédominance des petits polypiers, des foraminifères (Nummulites, Assilines, Operculines) et des échinodermes, puis le petit nombre des gastéropodes relativement aux acéphales; enfin, le peu d'analogie de ces fossiles, considérés dans leur ensemble, avec ceux des couches nummulitiques de l'est, placées à peu de distance et sous le même méridien. Ces derniers auraient un certain nombre d'espèces communes avec les sables inférieurs du Soissonnais, tandis que les fossiles de Biaritz auraient plus de ressemblance avec ceux du calcaire grossier et de l'argile de Londres.

L'examen que nous fîmes plus tard des fossiles recueillis par M. Pratt dans les falaises de Biaritz, et par M. Delbos aux environs de Dax (2), confirma ces premiers aperçus, mais vint en outre révéler un caractère remarquable, à peine soupçonné jusque-là, savoir l'extrême variabilité de la faune nummulitique, considérée dans le sens horizontal ou géographique, caractère auquel les fossiles de Bos-d'Arros sont venus donner un nouveau poids. On a vu que M. Delbos avait établi trois étages dans le groupe nummulitique du département des Landes; or la répartition dans chacun d'eux, des 40 espèces de fossiles que nous avons pu déterminer, montre que les crustacés, les Térébratules et les ostracées dominent presque exclusivement dans l'étage inférieur, et les Nummulites dans le supérieur. Les radiaires échinodermes se montrent dans les trois étages, mais plus particulièrement dans le second. Quant aux polypiers et aux gastéropodes, ils paraissent être fort rares partout. Malgré l'abondance des individus on reconnaît que cette faune est très peu variée, en comparaison de celle des couches contemporaines de Bayonne et de Biaritz, situées à 15 ou 20 lieues au S.-O. Environ 20 espèces ont leurs analogues de part et d'autre, et les polypiers, dont nous avons compté 72 espèces (3) dans les roches de la côte, sont réduits à 4 ou 5 autour de Dax et de Montfort. Les

(1) D'Archiac, *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 475, 1846. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, p. 189, 5 pl. de fossiles, 1846.

(2) D'Archiac, *ibid.*, vol. IV, p. 1006, 1847. — *Description des fossiles du groupe nummulitique* (*Mém.*, *id.*, vol. III, p. 397, 1850, 6 pl. de fossiles).

(3) Ces chiffres diffèrent un peu de ceux que nous avons donnés dans notre Mémoire, à cause des nouvelles espèces que M. Pratt nous a envoyées depuis sa publication et dont nous avons dû tenir compte.

Nummulites sont aussi nombreuses d'un côté que de l'autre, et de 12 espèces que nous avons citées 5 sont également abondantes des deux parts. Les ostracées, suivant un développement inverse de celui des polypiers, sont plus nombreuses et plus variées au nord-est qu'au sud-ouest.

En réunissant les fossiles de ces deux portions du bassin inférieur de l'Adour, nous trouvons un total de 324 espèces, dont 66, qui n'ont pu être déterminées spécifiquement à cause du mauvais état des échantillons, peuvent être cependant regardées comme propres à ce pays. Des 253 espèces déterminées, plus de la moitié n'ont encore été rencontrées que dans ce bassin; 11, ou $\frac{1}{23}$, se retrouvent dans les couches nummulitiques des Corbières et de la montagne Noire (Aude); 34, ou $\frac{1}{7}$, dans d'autres gisements nummulitiques, soit d'Europe, soit d'Asie; 58, ou un peu plus de $\frac{1}{5}$, dans la formation tertiaire inférieure du nord-ouest de l'Europe; 23, ou $\frac{1}{11}$, dans la formation moyenne et supérieure, et 5, dont trois Huîtres, un *Cyphosoma* et une très petite Térébratule dans la craie; mais ces dernières, qui ont été rencontrées dans l'étage nummulitique inférieur, nous laissent encore quelque doute quant à leur identité avec les coquilles secondaires dont nous les rapprochons.

Nous sommes ainsi conduit à mettre cette faune en parallèle avec celle de la formation tertiaire inférieure; mais ne perdons pas de vue que dans le sud-ouest les recherches n'ont encore été dirigées que sur un petit nombre de points, tandis que la surface incomparablement plus grande du terrain tertiaire du nord a été explorée avec beaucoup de soin depuis cinquante ans.

(P. 399.) « Nous connaissons déjà 72 espèces de polypiers pro-
» venant des falaises seules de Biaritz; c'est précisément le nombre
» que nous ont offert les dépôts tertiaires inférieurs réunis du nord
» de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. Dans l'un ni dans
» l'autre de ces bassins les polypiers ne formaient de récifs; mais
» on doit reconnaître que, dans celui de la Seine en particulier, qui
» est de beaucoup le plus riche en corps organisés fossiles, le déve-
» loppement de certains genres, comme les Astrées, semble y indi-
» quer des circonstances plus favorables qu'au sud-ouest, où toutes
» les espèces, fort petites, annonceraient une température moins
» élevée alors qu'elle ne le fut plus tard, dans le même pays, lorsque
» les Astrées et les Caryophyllies peuplaient les eaux de la période
» tertiaire moyenne. Les Nummulites présentent 4 ou 5 espèces
» communes; mais le nombre des espèces est de plus du double au

» sud-ouest, et les formes, comme les dimensions, en sont infiniment » plus variées, sans que l'abondance des individus y soit moins ex- » traordinaire. Les échinodermes ne nous offrent encore aucune » espèce commune, et un tiers même des genres ne se trouvent » qu'au sud-ouest, où les espèces, à l'inverse des polypiers, atteignent » en général de beaucoup plus grandes dimensions, et sont souvent » très remarquables. Les annélides, très variées dans le bassin de » l'Adour, ne paraissent pas non plus avoir d'analogues dans le nord. » Les mollusques conchifères, dont nous avons constaté que le » quart au moins des espèces étaient très communes, de même que » les gastéropodes, se trouvent, relativement à ces derniers, dans des » rapports numériques inverses au nord et au sud; c'est dans les » deux arrondissements de Dax et de Bayonne que ceux-ci atteignent » seulement les $\frac{2}{3}$ du nombre des acéphales. » Enfin, les poissons sont représentés par quatre espèces non décrites appartenant aux genres *Lamna*, *Oxyrhina*, *Notidanus* et *Myliobates;* on sait que ce dernier n'a pas encore été rencontré au-dessous du terrain tertiaire.

Les différences entre les faunes nummulitiques des deux extrémités du versant septentrional des Pyrénées sont beaucoup plus prononcées que celles qui existent entre chacune d'elles et la faune tertiaire inférieure des bassins de la Seine, de la Belgique et de l'Angleterre, situés à des latitudes de 5 à 7 degrés plus au N., ce qui nous fait présumer qu'il existait alors une banquette sous-marine ou peut-être un isthme étroit qui rendait incomplète, ou interceptait même tout à fait la communication directe des eaux de l'ouest avec celles de l'est, formant ainsi deux golfes profonds au lieu d'un détroit ou d'un bras de mer comme on l'admet assez généralement.

Les fossiles du gisement de Bos-d'Arros, près de Pau, à 20 lieues environ à l'est de Biaritz, et que M. Alex. Rouault (1) a décrits, justifient complétement ce que nous venons de dire sur le peu de rapport des faunes orientale et occidentale du versant du nord des Pyrénées et sur la grande analogie au contraire de cette dernière avec la faune tertiaire inférieure du nord de la France; mais là cesse la ressemblance, car il n'y a qu'un petit nombre d'espèces qui soient à la fois communes aux environs de Pau et de Biaritz. Dans la première de ces localités il y a peu de polypiers, peu d'annélides,

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 457, 1850, 5 pl. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 208, 1848.

peu ou point d'échinodermes, tandis que la prédominance des gastéropodes sur les acéphales y est très prononcée, à l'inverse de ce que l'on a vu pour le bassin inférieur de l'Adour.

Les fossiles recueillis à Bos-d'Arros, par M. Lejeune, comprennent 144 espèces (1) (95 gastéropodes, 25 conchifères, 11 foraminifères, 9 polypiers, 2 annélides, 1 crinoïde, 1 échinoderme). Des 128 espèces qui sont bien caractérisées, 56 étaient déjà connues et 88 sont nouvelles. Les 56 espèces connues sont, à une seule exception près, de la formation tertiaire inférieure. La répartition par classes des 144 espèces précédentes est assez semblable à ce que l'on observe dans le bassin de la Seine, mais elle est fort différente de ce que nous venons de voir aux environs de Bayonne. 81 espèces sont propres à Bos-d'Arros, et 63, dont 56 déjà connues, se retrouvent dans d'autres gisements. Parmi ces dernières 38 existent dans le bassin de la Seine, 20 dans les couches de Biaritz, 14 dans l'argile de Londres, 9 dans les Corbières et 6 dans le Vicentin.

En réunissant ses propres données aux nôtres, M. Alex. Rouault trouve que la faune nummulitique du bassin de l'Adour, telle que nous la connaissons aujourd'hui aux environs de Biaritz, de Bayonne, de Dax, de Saint-Sever et de Pau, renferme 445 et même 450 espèces (2), c'est-à-dire beaucoup plus qu'on n'en a signalé jusqu'à présent dans aucun des pays occupés par des dépôts du même âge. Ces espèces sont ainsi réparties dans l'ordre de leur importance numérique : 152 gastéropodes, 115 conchifères (62 monomyaires et 53 dimyaires), 79 polypiers, 41 échinodermes, 20 foraminifères, 14 annélides, 6 brachiopodes, 5 crustacés, 4 poissons, 3 crinoïdes, 2 céphalopodes, 2 cirrhipèdes, 1 stelléride. La grande prédominance des gastéropodes, dans la seule localité de Bos-d'Arros, suffit pour rétablir, à très peu près, la proportion relative des bivalves et des univalves telle qu'elle existe dans la formation tertiaire inférieure; néanmoins les polypiers et les échinodermes conservent encore ici une plus grande importance relative. Des 445 espèces précédentes, 109 se retrouvent ailleurs, dont 68 dans la formation tertiaire inférieure du bassin de la Seine, 23 dans celle

(1) 4 ou 5 espèces trouvées depuis par M. de Verneuil ne sont pas comprises dans ces nombres.

(2) Nous avons modifié les nombres de M. Rouault par le même motif que ci-dessus.

[illegible], 10 dans celle du Vicentin, 14 dans les Corbières, [illegible] Belgique, 7 dans le Cotentin, et 8 environ dans les formations tertiaires moyenne et supérieure ; ce dernier chiffre est beaucoup plus faible que celui que nous avons adopté. On peut déjà dire, en général, et ce que nous verrons par la suite le démontrera mieux encore, que la faune nummulitique est caractérisée par le développement des échinodermes aussi bien que par celui des foraminifères.

§ 2. Bassins de l'Aude et de la Garonne supérieure.

D'après l'examen de quelques fossiles provenant des Corbières (Aude), M. H. Michelin (1) présuma qu'il existait dans ce pays des dépôts tertiaires inférieurs, et M. Alc. d'Orbigny (2) annonça en même temps que, près du Puisot, des couches, caractérisées par des fossiles semblables à ceux des sables inférieurs du bassin de la Seine, prouvaient en cet endroit la présence de sédiments contemporains de ces derniers. Plus tard, le même zoologiste (3) rapprocha les gisements coquilliers de Couiza, de Montolieu, etc. (Aude), de celui de Biaritz et des sables inférieurs du Soissonnais, en s'appuyant sur l'identité de plusieurs espèces de coquilles et particulièrement de foraminifères dans ces diverses localités. Observations diverses.

Nous fîmes remarquer aussi (4) que, sur 27 espèces de coquilles recueillies par M. Vène à Coustouge, Albas et Roubia (Aude), et qui nous avaient été communiquées par M. Dufrénoy, il y en avait un certain nombre qui appartenaient au terrain tertiaire inférieur du nord, telles que *Neritina conoidea*, *Turritella imbricataria* var., *Cerithium acutum*, *C. involutum*, *C. hexagonum*, var., *Fusus longævus*, *F. bulbiformis*, *Voluta ambigua*, etc., et que d'autres espèces nouvelles étaient propres à ce pays, telle qu'une petite Térébratule voisine des *T. striatula* et *caput serpentis*, retrouvée ensuite par M. Vène à Monléon (Hautes-Pyrénées), et qu'enfin la *Nummulina biaritzana* et une Operculine n'y étaient pas moins abondantes qu'aux environs de Bayonne.

Nous ajoutâmes alors que, si l'on établissait le parallélisme des couches à Nummulites des environs de Dax et de Bayonne avec

(1) *Bull.*, vol. XII, p. 256, 1841.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.*, vol. XIV, p. 488, 15 mai 1843.
(4) D'Archiac, *ibid.*, p. 488.

les couches présumées tertiaires du département de l'Aude et de quelques points intermédiaires, on aurait, au pied du versant nord des Pyrénées, un ensemble de dépôts nummulitiques qui rappellerait tout à fait ceux que l'on trouve çà et là, remplis aussi de coquilles d'apparence tertiaire, sur les deux versants des Alpes (Nice, Basses et Hautes-Alpes, Savoie, Suisse, Bavière, Véronais, Vicentin, Gassino), puis ceux que M. de Verneuil a décrits en Crimée et que l'on retrouve dans l'Asie Mineure, l'Arménie, sur les flancs du Taurus, en Perse, en Egypte, etc. Sur plusieurs de ces points éloignés ces dépôts recouvrent des calcaires qui semblent représenter la craie blanche de l'Europe occidentale, et nulle part ils n'ont offert de fossiles bien évidemment crétacés, tandis que les espèces tertiaires les plus caractéristiques y ont été trouvées, et peut-être ce grand ensemble de couches représenterait-il les sables inférieurs du nord de la France et de la Belgique, qui constituent un groupe assez distinct de celui du calcaire grossier? Ce qui n'était alors qu'une présomption de notre part s'est trouvé démontré par les observations qui ont été faites depuis.

M. Dufrénoy (1) opposa cependant à notre manière de voir que les caractères déduits des fossiles n'étaient pas aussi absolus qu'on pouvait le croire au premier abord, et que, si à l'E. les couches tertiaires et crétacées étaient inclinées, à l'O. les dernières seules avaient été relevées et les premières étaient généralement horizontales, comme on l'observe à Saint-Justin, localité dont nous avons déjà parlé. Le savant directeur de l'École des mines conclut que les assises nummulitiques appartiennent à la formation crétacée dont elles représenteraient la partie supérieure, et qu'elles sont parallèles au calcaire pisolitique des environs de Paris.

Cette discussion se renouvela peu après, à l'occasion d'une lettre de M. Leymerie (2), qui, à la suite d'une première course dans le département de l'Aude, établit certaines divisions dans l'ensemble des couches nummulitiques qu'il ne croyait être ni tertiaires ni crétacées, et pour lesquelles il adopta le nom d'*épicrétacé*. Cette lettre est la base du mémoire plus étendu dont nous allons rendre compte.

Mémoire de M. Leymerie. La formation nummulitique, dit ce géologue (3), occupe, sur le revers septentrional des Corbières, une surface triangulaire dont le

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 490, 1843.
(2) *Ibid.*, p. 527.
(3) *Mémoire sur le terrain nummulitique* (*épicrétacé*) *des Cor-*

sommet serait à Albas, près de la crête de la chaîne, et dont la base, longeant à peu près le canal du Midi, entre Argens et Capendu, s'étendrait ensuite jusqu'à Belcastel. Au N. et à l'O., elle disparaît sous la formation tertiaire moyenne et les alluvions de la vallée de l'Aude; à l'E., elle s'appuie contre la formation crétacée, et au S. contre le terrain de transition des hautes Corbières. Les basses Corbières, comprises dans le triangle précédent, ont des sommités assez élevées, mais beaucoup moindres cependant que les hautes Corbières. La dernière crête, celle qui borde immédiatement le canal du Midi entre Lézignan et Carcassonne, connue sous le nom de mont Alaric, atteint 601 mètres d'altitude.

Le massif nummulitique principal se lie par une bande étroite à la zone nummulitique du département de l'Ariége, dont l'extrémité orientale, comprise entre Alet et Quillan, sur la rive droite de l'Aude, appartient encore aux Corbières (1). Dans ces montagnes la formation dont nous parlons offre un relèvement général vers le terrain de transition, comme les couches crétacées avec lesquelles elle est parfaitement concordante, partout où elle les recouvre. Ce relèvement paraît dater du soulèvement même des Pyrénées, et d'autres dislocations seraient de l'époque des diorites, roches restées d'ailleurs presque toujours au-dessous de la surface

---

bières et de la montagne Noire (Aude) (*Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 11, 1844; — *Compt. rend.*, vol. XIX, p. 344, 1844; — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 337 avec carte et pl. de fossiles, 1846). — Voyez aussi le rapport de M. Dufrénoy sur les mémoires de M. Leymerie et de L. Pilla (*Compt. rend.*, vol. XXI, 1er déc. 1845). « Je suis convaincu, dit ce savant (p. 3 du rap- » port), que les terrains sont des divisions naturelles, distinctes les » unes des autres. Chacun d'eux est séparé du terrain qui le précède » par une révolution du globe qui a suspendu, pendant un certain » temps, les forces sédimentaires; il est séparé du terrain qui le suit » par une autre révolution qui a mis fin à l'époque de tranquillité » dans laquelle il se déposait. » Aussi M. Dufrénoy n'admet-il point de passages ni de dépôts intermédiaires entre les terrains secondaire et tertiaire; pour lui les couches nummulitiques appartiennent à l'un ou à l'autre, et il les rapporte définitivement à la formation crétacée, tout en admettant qu'il existe un mélange de fossiles crétacés et tertiaires.

(1) Sur la *Carte géologique de la France*, cette surface a été coloriée en *jaune*, comme appartenant à la formation crétacée supérieure; et même une certaine portion a été coloriée en *vert*, teinte affectée à la formation crétacée inférieure.

du sol, dans la partie basse de la chaîne, tandis qu'elles se sont fait jour sur beaucoup de points des hautes Corbières.

L'épaisseur totale des couches à Nummulites est assez variable; mais, si l'on considère que celles-ci occupent à peu près la moitié de la largeur de la chaîne et qu'elles se redressent dans plusieurs cas vers la partie centrale, on admettra qu'elle est très considérable et peut atteindre 1000 mètres. Les roches qui les composent sont des calcaires gris ou noirâtres, purs ou marneux, souvent compactes et renfermant des Alvéolines, puis des calcaires compactes subcristallins, des calcaires gris cendré, clairs, passant à des grès d'un grain très fin, dont certaines parties sont pétries de Nummulites et d'Alvéolines, des marnes noirâtres, quelquefois grises, rouges ou jaunâtres, remplies de fossiles, noduleuses par places, enfin un poudingue avec des galets de calcaire compacte provenant de la craie. A l'exception de quelques calcaires avec des coquilles lacustres, qui se montrent à la base du système, à Ribaute, et dans la vallée du Rabe, toutes ces assises sont marines. Leurs caractères sont très variables d'un point à un autre, et leur aspect général rappelle celui des roches jurassiques les plus anciennes.

M. Leymerie ne croit pas que ces diverses roches aient entre elles un ordre de superposition bien fixe ; mais il est porté à penser que les poudingues et les grès qui leur sont associés, les calcaires d'eau douce et certaines marnes coquillières, comme celles d'Albas, occupent la partie inférieure de la formation, tandis que les roches où dominent les Alvéolines et les Operculines se développent surtout vers le haut. Il étudie ensuite avec détail les gisements coquilliers de la Grasse, du mont Alaric, de Monze, de Fontcouverte, de Roubia, de Tournissan, de Saint-Laurent, du Rabe, de Coustouge, de Fonjoncouse et de Couiza. Les marnes de cette dernière localité et d'Albas lui ont particulièrement fourni un assez grand nombre d'espèces.

Passant ensuite à l'examen des couches qui se montrent de l'autre côté de la vallée de l'Aude, le long du versant sud de la montagne Noire où elles s'enfoncent sous les dépôts tertiaires moyens, s'appuyant sans intermédiaire contre le terrain de transition, entre Saint-Chinian et Salsigne, puis contre le granite, de ce dernier point jusqu'à Saint-Papoul, M. Leymerie décrit la bande étroite que constituent leurs affleurements. Cette bande, qui commence à Saint-Papoul, au nord de Castelnaudary, s'étend à l'E. sans interruption jusque près de Saint-Chinian (Hérault), et peut-être au delà; elle est tout

à fait indépendante de la formation crétacée, et ses couches sont faiblement redressées vers les roches anciennes dont elles sont séparées par un sillon assez prononcé. Vers le fond de ce sillon on rencontre, principalement à Conques et à Montolieu, une assise de calcaire ordinairement blanchâtre, quelquefois subcristallin, observée d'abord par MM. Vène et Braun, et qui renferme 15 ou 16 espèces de coquilles fluviatiles et terrestres toutes nouvelles. Aux environs de Conques, l'épaisseur de cette assise est de 10 mètres. Un autre calcaire noirâtre, bitumineux, est également rempli de coquilles d'eau douce et de Gyrogonites. On doit remarquer dans ce gisement l'absence des Hélices, tandis que les Bulimes, les Agathines, les Auricules, les Maillots y sont représentés et associés aux Planorbes, Lymnées, Physes, Paludines et Mélanies. La position de ces dépôts d'eau douce a quelque analogie avec celle du calcaire lacustre inférieur du bassin de la Seine (*antè*, vol. II, p. 630), où les coquilles terrestres abondent aussi, mais où dominent les Hélices, tandis que les Lymnées, dont 4 espèces sont signalées au pied de la montagne Noire, n'y ont pas encore été rencontrées.

Les bancs nummulitiques qui recouvrent les couches d'eau douce sont des calcaires sableux ou marneux, d'un gris sale, remplis de fossiles ordinairement à l'état de moules. Souvent corrodés à la surface et renfermant des nodules endurcis, pétris de Nummulites, ces bancs sont séparés par des lits marneux avec *Ostrea multicostata*, et par des marnes verdâtres où abondent aussi les Nummulites. Un calcaire blanc, subsaccharoïde, avec Alvéolines, se montre bien développé, vers le haut du système, surtout à Moussoulens.

Les fossiles marins de cette zone de la montagne Noire diffèrent assez de ceux des couches correspondantes des Corbières : ainsi, sur 19 espèces, 11, dont plusieurs très répandues (*Terebellopsis Brauni*, *Natica longispira*), ne se retrouveraient pas sur la rive droite de l'Aude, tandis que la *Turritella imbricataria* et le *Trochocyathus sinuosus*, si communs dans les Corbières, manquent au pied de la montagne Noire. D'un autre côté, les espèces communes aux deux rives de cet ancien bassin (*Nummulina biaritzana*, *N. Ramondi*, *Alveolina subpyrenaica*, *Lucina corbarica*, *Chama gigas*, *Teredo Tournali*, *Neritina conoidea*, *Natica brevissima*) font voir que la bande de la montagne Noire n'est qu'un affleurement des couches à Nummulites des Corbières, passant sous la dépression qui sépare les deux massifs.

Sur 107 espèces que signale M. Leymerie comme appartenant à

la formation nummulitique de ce pays, il en a déterminé 82, dont 56 sont propres au département de l'Aude (1). Parmi ces dernières 42 sont marines. 26 espèces déjà connues se retrouvent dans la formation tertiaire inférieure du nord de la France et dans d'autres gisements nummulitiques. Des 19 espèces les plus constantes dans le bassin de l'Aude, 5 sont également très répandues dans les sables du Soissonnais (*Ostrea multicostata*, *Neritina conoidea*, *Turritella imbricataria*, *Cerithium acutum*, *C. involutum*) : une seule espèce, l'*Ostrea lateralis* que nous avons déjà citée à l'O., appartiendrait à la craie, et la Térébratule rapprochée d'abord de la *T. Defrancii*, Alex. Brong., a été reconnue depuis pour en être distincte : c'est la *T. tenuistriata*.

M. Deshayes (2), conformément à l'opinion qu'il avait émise depuis longtemps sur l'âge des couches nummulitiques du midi de la France, pense que le mot *épicrétacé* ne peut être adopté, puisqu'il ne s'applique pas à un terrain particulier, indépendant, soit du terrain tertiaire inférieur des environs de Paris, soit de la craie; et M. Leymerie (3), qui d'abord s'était attaché à motiver cette expression en disant que ces couches n'étaient ni tertiaires ni crétacées (*antè*, p. 34), est revenu sur sa première manière de voir, ne doutant plus que les couches en question ne constituassent un *terrain tertiaire* qu'il nomme l'*éocène du midi*, lequel ne serait pas pour cela exactement synchronique de celui du nord. Peu après il appuya cette idée de quelques arguments qu'il nous permettra d'autant plus d'examiner, que, sortant du domaine de l'observation directe ou des faits, ils rentrent par cela même dans celui de la critique.

D'après M. Leymerie (4), la formation nummulitique se lie géo-

---

(1) Un certain nombre de ces espèces ont été retrouvées depuis dans d'autres localités, et quelques unes étaient connues sous d'autres noms. D'après ce que nous avons vu dans plusieurs collections et les recherches qui ont été faites depuis dans les Corbières, on peut penser que les nombres donnés par M. Leymerie seront doublés dans peu de temps. — Guidé par l'obligeance de M. Bayle, nous avons observé dans la belle collection de l'Ecole des mines plusieurs fossiles provenant des couches nummulitiques de Cumarade dans le département de l'Ariége, entre autres, la *Neritina conoidea*, le *Cerithium subpyrenaicum* et la *Venericardia acuticostata*.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 33, 1844.

(3) *Ibid.*, p. 34.

(4) *Lettre sur le terrain nummulitique des Corbières* (*Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 370, 1845).

logiquement aux couches crétacées à Hippurites; il y a concordance entre elles, et l'on ne remarque, à la ligne de contact, aucune interruption; les roches de part et d'autre sont souvent identiques, et, si l'on ne tenait compte des considérations zoologiques, les strates nummulitiques et crétacés ne formeraient qu'un même système déposé sous les mêmes eaux et *sans discontinuité*. Cette conclusion ne peut être admise, d'après les propres expressions de l'auteur, puisque, le long de la montagne Noire, les dépôts nummulitiques recouvrent le terrain de transition et même le granite, sans l'interposition de la craie, et qu'il en est encore ainsi sur une grande partie du versant nord des Corbières. Or cette disposition sur les bords du petit bassin de l'Aude est précisément ce qui constitue l'indépendance de ces dépôts, tandis que la continuité des couches vers le centre ou sur d'autres points ne prouve absolument rien. La présence de sédiments lacustres et de poudingues à la base du système, qui confirme le mouvement des eaux de la mer invoqué par l'auteur, est encore contraire à la prétendue continuité des dépôts des deux formations, aussi bien que le soulèvement du mont Viso, d'ailleurs complétement étranger à la question, puisqu'il est antérieur à la craie blanche, et n'a pu avoir d'influence directe sur ces faits beaucoup plus récents. Ainsi, contrairement à ce que pense M. Leymerie, les circonstances physiques annoncent des changements tout à fait d'accord avec les modifications zoologiques qu'il est le premier à reconnaître.

Sur une simple présomption de l'absence de la craie blanche dans le midi, et surtout de la craie de Maëstricht, présomption qu'il a lui-même contribué à détruire plus tard, et que ce que l'on connaissait dans les Landes et les Basses-Pyrénées n'aurait pas dû laisser admettre, il conclut que les couches à Nummulites recouvrant la craie marneuse ou craie tufau doivent être parallèles aux derniers sédiments crétacés du nord; mais il nous permettra encore de faire remarquer que, si l'on appliquait ce raisonnement dans toute sa rigueur au bassin de l'Aude, on pourrait tout aussi bien mettre en parallèle les couches à Nummulites de la montagne Noire, non pas avec celles des Corbières, mais avec la craie de ces collines, ou même avec des formations plus anciennes. S'il n'existait pas dans le midi de craie supérieure ou caractérisée comme telle par ses fossiles, il ne s'en suivrait nullement que les dépôts qui recouvrent la craie tufau dussent être synchroniques de la craie supérieure, car rien n'empêche que cette craie tufau n'ait été émergée avant la for-

[illegible] les plus récents d'autres pays, et bien [illegible] ses membres vienne à manquer sur [illegible] fait seul que le dépôt qui semble [illegible] *absolument dans le temps.*

[illegible] convient que les caractères [illegible] du nord et du sud ont une simili- [illegible] se soustraire « à une idée de [illegible] à Nummulites du bassin pa- [illegible] et il croit concilier ces deux [illegible] formation du groupe num- [illegible] à la fois à la fin de la période [illegible] de la période tertiaire du nord ; » [illegible] paraît être suffisamment justifié. [illegible] exactement le [illegible] rapport qui nous devons [illegible] observations faites [illegible] et dont la [illegible] complète de la valeur des [illegible] grandes formations.

[illegible] professeur de [illegible] de la [illegible] et cré- [illegible] et de [illegible] et de l'au- [illegible] associées à des [illegible] marne se voit dans [illegible] de la Haute-Garonne [illegible] réalité, que le [illegible] caractères extérieurs [illegible] aucune coupe [illegible] aucune localité [illegible] *comprises* [illegible] mon- [illegible] les Num- [illegible] département de [illegible] même [illegible] partie du [illegible] formation

crétacée du nord, malgré les Nummulites que renferment toujours plusieurs de leurs couches. On verra plus loin quel est l'horizon probable de ces dernières.

Si, pour suivre l'ordre chronologique des publications, nous interrompons un instant l'exposition des faits relatifs à la région orientale du versant nord des Pyrénées, afin de rechercher les idées émises sur la question théorique qu'ils avaient soulevée, nous pourrons opposer aux géologues qui admettent des changements brusques et complets à certains moments de la vie du globe l'opinion de M. Élie de Beaumont (1), qui « pense que, si la » série des terrains fossilifères était entièrement connue, on n'y trou» verait nulle part, entre les fossiles de deux étages immédiatement » superposés, une différence plus essentielle que celle qui existe en» tre deux étages tertiaires consécutifs. » En effet, les soulèvements qui sont survenus pendant l'époque tertiaire, et qui les ont séparés les uns des autres, ayant été au nombre des plus violents, ils doivent avoir été aussi les plus propres à occasionner une grande différence entre les deux faunes qui, avant et après chacun de ces soulèvements, ont peuplé une même portion de la surface du globe. Or un certain nombre d'espèces étant communes à deux formations tertiaires successives, on ne voit pas pourquoi il n'en serait pas de même entre les terrains tertiaire et secondaire. S'il existe dans la série générale des terrains des lignes de démarcation paléontologiques parfaitement tranchées, c'est, suivant le célèbre géologue, parce que certaines faunes intermédiaires sont encore inconnues, ou à peu près, et le groupe nummulitique lui paraît destiné à combler une de ces lacunes, celle qui existerait dans le nord entre la période de la craie blanche et celle de l'argile plastique. Remarques théoriques.

Nous ferons remarquer ici que dans le nord-ouest de l'Europe la lacune existe toujours, aussi bien entre la craie blanche et les premiers dépôts tertiaires qu'entre la craie supérieure de Belgique et des bords de la Baltique et ces mêmes dépôts tertiaires. Le parallélisme des petits lambeaux de calcaire pisolitique du bassin de la Seine avec la craie supérieure, d'après ce que l'on sait aujourd'hui de leurs fossiles, ne change rien à la question, et zoologiquement il n'y a pas plus de rapport entre les derniers dépôts crétacés du nord et les premiers sédiments tertiaires qui les recouvrent, qu'il

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 562, 1847.

n'y en a entre les dépôts nummulitiques du sud et les couches crétacées qu'ils surmontent, tandis que, même d'après le peu que nous avons encore dit, on voit qu'il existe au contraire une analogie frappante entre la formation tertiaire inférieure du nord et le groupe nummulitique du sud, comme M. Leymerie, qui s'arrête à une opinion mixte, le constate lui-même.

La *lacune zoologique* nous paraît donc exister absolument d'un côté comme de l'autre. Quant à la *lacune stratigraphique*, elle est très tranchée dans le nord; mais elle ne manque pas tout à fait dans le sud, ainsi qu'on le verra plus loin : car, considérée en grand, la superposition de la formation nummulitique à la craie est *transgressive*, quoique non *discordante*, dans le sens propre que nous attachons à ces deux mots. Les couches nummulitiques ont, à la vérité, participé aux grandes dislocations de la craie, d'où il résulte que l'hiatus entre la craie et les dépôts tertiaires du nord ne correspondrait pas à la principale de ces dislocations; c'est là un point important que nous ne traiterons pas ici, car il se lie à toute une théorie dont on ne peut scinder les diverses parties. Nous ajouterons seulement, relativement aux réflexions d'un ordre très philosophique qu'a faites M. Élie de Beaumont, que jusqu'à présent les observations dont les faunes successives ont été l'objet ne semblent pas les confirmer; que l'influence des soulèvements sur les changements survenus dans ces faunes a dû être limitée à une certaine surface en rapport avec leur importance, mais qu'elle ne s'est point étendue à toutes les régions du globe, comme il l'a très bien fait observer lui-même depuis longtemps; que la cause réelle du renouvellement, soit brusque, soit lent, des êtres organisés, est encore pour nous un profond mystère, au point de vue physique ou mécanique comme au point de vue organogénique, et que les efforts tentés pour le pénétrer n'ont soulevé qu'un bien petit coin du voile épais dont la nature semble avoir enveloppé l'accomplissement de son œuvre immense. Enfin, la *succession géologique des faunes*, telle que la présente le savant académicien, offre une grande analogie avec la *série des êtres considérés zoologiquement*, qui a partagé en deux écoles distinctes les zoologistes les plus éminents des temps modernes. Or il ne nous appartient pas de prononcer sur l'une de ces théories plutôt que sur l'autre.

En rappelant ensuite le rapprochement indiqué par M. de Collegno, entre les couches nummulitiques de Biaritz et celles du Vicentin, M. Élie de Beaumont a confirmé et complété aussi l'aperçu

que nous avions donné de leur extension verticale et géographique; car pour lui « les localités nummulitiques du Vicentin, de la vallée » de Glaris, des Diablerets, de la vallée de Sixt, d'Entrevernes, des » environs de Gap, du col de Lauzanier, du cap de la Mortela, des » environs de Gênes, de Biaritz, de la Navarre, du flanc méridio- » nal du Mont-Perdu, de la vallée d'Essera en Aragon, et autres » qu'il a visitées de 1826 à 1838, appartiennent toutes à un seul » et même étage de terrain; mais il est porté à croire que le ter- » rain nummulitique, dont le dépôt, à en juger par l'énorme épais- » seur qu'il présente, lorsqu'on y comprend le vaste système des » grès à Fucoïdes ou flysch qui le recouvre généralement (vallée » de Barcelonnette, environs de Gap, canton de Glaris, etc.), doit » avoir embrassé un très long espace de temps, est postérieur, au » moins en partie, non seulement à la craie blanche, mais même à » la craie de Maëstricht et au calcaire pisolitique (1). »

L'un des motifs qui avaient d'abord engagé M. Leymerie à placer les couches nummulitiques dans la formation crétacée était l'absence présumée de la craie blanche dans le midi; mais M. N. Boubée (2) a constaté que la craie blanche, caractérisée par l'*Ostrea vesicularis*, Lamk., et l'*Ananchytes ovata*, id., existait en dehors de la chaîne des Pyrénées, et que c'était au-dessus que venait le système nummulitique placé aussi par lui dans le terrain secondaire, et cela par des motifs dont la valeur nous paraît contestable. Ainsi il se fonde sur ce que les couches à grandes Nummulites (*N. complanata*, *N. spissa*, *N. moneta* et *Orbitolites papyracea*) ne seraient jamais horizontales, et que, par conséquent, elles ont dû être dérangées par le soulèvement des Pyrénées, lequel étant postérieur à la craie et antérieur aux premiers dépôts tertiaires, suivant l'une des opinions controversées, obligerait de ranger ces mêmes Nummulites dans la période crayeuse. On conçoit d'abord que, le soulèvement des Pyrénées n'étant pas le dernier qui ait affecté le pays, il faudrait démontrer que les couches en question ont été dérangées par lui et non par d'autres plus récents, quoiqu'en réalité la question ne soit pas là, personne ne niant

(1) On verra plus loin que les bancs nummulitiques, qui renferment les espèces dont les analogues se retrouvent dans la formation tertiaire inférieure du nord, occupent constamment la base de la formation, au-dessous du flysch et du macigno.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 570, 1847.

qu'une grande partie au moins des couches nummulitiques n'ait été soulevée avec la craie. Ensuite, dans les Basses-Pyrénées comme dans les Landes, sur les points où l'action des diorites ne s'est pas manifestée, les strates qui renferment les Nummulites précitées sont souvent horizontaux. La ressemblance des caractères minéralogiques des roches, qui forme le second argument de l'auteur, est ici peu importante; et quant à ce que les fossiles tertiaires ne prédominent pas dans ces strates, c'est une assertion que les faits acquis aujourd'hui à la science démentent complétement, de même que le mélange de coquilles crétacées et tertiaires. Pour M. Boubée il n'y a point de *lacune* dans ce pays; la formation crétacée y est complète; les groupes néocomien et du grès vert se montrent dans la chaîne même, la craie tufau et la craie blanche en dehors, et surmontées par le système nummulitique qui serait parallèle au calcaire pisolitique du bassin de la Seine et à la craie supérieure de Belgique.

Mais revenons aux observations qui se rapportent encore au bassin de l'Aude. Si nous avons discuté quelques unes des vues théoriques de M. Leymerie, nous n'en avons pas moins fait apprécier le mérite de ses recherches positives qui ont puissamment contribué à limiter le champ de la controverse, à préciser des faits imparfaitement décrits et à en signaler d'autres entièrement nouveaux. Jusqu'ici la formation nummulitique des Corbières avait été regardée comme un tout, rapporté par les uns à la fin de l'époque secondaire, par les autres au commencement de l'époque tertiaire, ou bien placé pour ainsi dire *à cheval* entre les deux. En la faisant participer directement et en entier au soulèvement des Pyrénées, elle rentrait dans la période crétacée, à moins de déplacer ce soulèvement lui-même comme l'avait proposé M. de Boucheporn (1). Mais des recherches plus récentes, dues à un jeune géologue plein d'avenir, M. Tallavignes (2) qu'une mort prématurée a récemment enlevé à la science et à ses amis, sont venues compliquer la question, en y introduisant un nouvel élément, et reculer une solution qui semblait être prochaine.

Mémoire de Tallavignes. Tallavignes rangea les couches à Nummulites des Pyrénées et du département de l'Aude dans deux étages, caractérisés chacun par leur stratification et leurs fossiles, comme on a déjà vu que

(1) *Études sur l'histoire de la Terre*, p. 331, in-8. Paris, 1844.
(2) *Résumé d'un mémoire sur le terrain à Nummulites du département de l'Aude et des Pyrénées* (*Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1127,

M. Boubée l'avait proposé. Le premier étage, ou le supérieur, ne contient que des espèces tertiaires ou nouvelles, et l'ensemble de sa faune est essentiellement tertiaire. Il est formé de couches indépendantes dans leur allure, ordinairement horizontales, et reposant, souvent sans intermédiaire, sur le terrain de transition. Ces divers strates, réunis sous le nom de *système ibérien*, comprennent principalement ceux qui ont été l'objet du mémoire de M. Leymerie. Le second étage, qui n'a point présenté d'espèces tertiaires, ne renferme pas non plus d'espèces communes au premier; sa faune se rapproche davantage des formes crétacées. Ses couches sont constamment relevées, et, dans le département de l'Aude, elles sont en stratification discordante avec celles de l'étage précédent. Cet étage inférieur, que l'auteur nomme *système alaricien*, comprend les assises nummulitiques des Pyrénées centrales, tandis que celles du premier, situées en dehors de la chaîne, forment, sur son versant nord, deux bassins distincts et séparés, l'un à l'O. et l'autre à l'E. : ainsi, non seulement il n'y a pas continuité entre les couches crétacées et les couches nummulitiques décrites par M. Leymerie, comme nous l'avons fait remarquer, mais encore il y a discordance entre ces dernières et un autre ensemble de dépôts qui les sépare de la craie.

Nous avons parlé suffisamment du premier de ces deux étages ou systèmes que l'auteur décrit de nouveau et sous une autre forme que son prédécesseur, en indiquant quelques rectifications et quelques additions que ses études lui ont fournies (1); et nous nous y arrêterons d'autant moins que les différents caractères minéralogiques auxquels il donne le nom de *type*, suivant les localités, ne sont que des aspects différents d'un seul et même horizon géologique, comme le démontrent les observations stratigraphiques. La masse principale des espèces fossiles est constante, et beaucoup d'entre elles se trouvent à tous les niveaux et dans les diverses couches.

Des marnes noires très puissantes, avec des lits minces de cal-

---

1847; — *Ibid.*, vol. V, p. 412, 1848; — *Compt. rend.*, vol. XXV, 15 nov. 1847).

(1) La *Natica longispira* et le *Nautilus Lamarckii*, regardés d'abord comme propres à la zone nummulitique de la montagne Noire, se retrouvent dans les couches correspondantes des Corbières; de même les Turritelles, que l'on avait cru exister exclusivement dans ces montagnes, ont été rencontrées sur le bord opposé du bassin.

caire subordonnés, et des grès pétris de Nummulites et de Turritelles, offrant des caractères généraux très constants, occupent des plaines peu élevées, du milieu desquelles surgit, comme une île, un massif de calcaire et de grès marno-calcaire, dont la crête principale court suivant la direction O. 16° N. Nous avons dit que le point culminant de cette petite chaîne, désignée sous le nom de mont Alaric, atteignait 601 mètres. Des roches semblables constituent les environs de la Grasse, et, prolongées vers l'E., elles forment une ride qui sépare les plaines de Fabresan et de Tournissan, recouvertes par les marnes noires à Turritelles de l'étage supérieur, lesquelles pénètrent aussi dans les anfractuosités ou vallées allongées que déterminent les rameaux du massif principal.

La discordance des couches du mont Alaric avec les marnes noires qui les recouvrent sur beaucoup de points ne permet pas à l'auteur de douter que le soulèvement des premières ne soit antérieur au dépôt des secondes. Le niveau général de celles-ci ne dépasse pas 100 mètres; il n'atteint même que 40 mètres à Roubia; de sorte que la montagne formait au milieu de la mer nummulitique une île élevée d'environ 500 mètres, et les couches, en se déposant dans cette mer, se sont coordonnées à ce relief. Cette relation des calcaires du mont Alaric et de la Grasse avec les marnes noires des plaines avait été attribuée par M. Leymerie à une simple différence des caractères minéralogiques, et par M. Dufrénoy à une faille. Mais cette dernière explication, toute plausible qu'elle était, ne peut être admise, si l'on considère que la disposition précédente s'observe sur une ligne sinueuse de plus de 10 lieues de développement, et que les marnes noires, qui à Monze reposent sur le bombement des calcaires du mont Alaric, viennent buter à Roquenegade contre la tranche de ces dernières, sans solution de continuité ni changement de niveau, d'où résulte entre les deux étages une discordance évidente.

Les assises de l'étage inférieur ont éprouvé un grand nombre de dislocations, et des failles nombreuses s'y observent, surtout aux environs de la Grasse. Leur direction principale O. 16° N. est celle des Pyrénées; mais pour le massif où se trouve le point culminant elle est N. 25° E. Entre Monze et Moux, les strates forment une selle, de telle sorte que ceux qui font face à la vallée de l'Aude sont les mêmes que ceux qui sont tournés vers l'intérieur des Corbières. Les autres massifs offrent des dispositions un peu différentes ou en plateaux qui s'abaissent brusquement du côté des vallées. Les fossiles

y sont rares, et les 40 espèces recueillies par Tallavignes sont toutes nouvelles, ne se retrouvant ni dans le terrain tertiaire du nord ni dans l'étage nummulitique supérieur du bassin de l'Aude. Elles se représentent au contraire dans diverses couches des Pyrénées centrales, de la Haute-Garonne et de l'Ariége. Les espèces connues jusqu'à présent dans cet étage étant nouvelles, et trois espèces de Nummulites y ayant été signalées, tandis qu'aucune trace d'Ammonites, de Rudistes ou de genres exclusivement secondaires n'y a été rencontrée, rien n'autorise encore à le placer dans la formation crétacée.

Observations de MM. Raulin et Leymerie.

La position des couches lacustres au pied de la montagne Noire, sous les calcaires à Nummulites, a été confirmée par des observations de M. Raulin (1), qui a donné la coupe suivante des roches que l'on rencontre en allant de Montolieu à Montpertus. Leurs caractères pétrographiques communiquent au sol du pays des teintes tranchées, formant des zones rouge, blanche et grise, qui indiquent à la surface les affleurements des couches.

Zone rougeâtre. .	Calcaire à Nummulites	15 mètres.
	Argiles et sables argileux avec mollasse. . . .	20
Zone blanche. . .	Calcaire lacustre blanc.	25
Zone grise	Argiles vertes avec quelques bancs calcaires.	25
	Talcschiste et gneiss.	35

On a déjà vu (*antè*, vol. II, p. 700) que le même géologue, dans ses *Considérations pour servir au classement du terrain à Nummulites* (2), comme dans son *Nouvel essai de classification du terrain de l'Aquitaine* (3), et dans sa *Thèse de géologie et de botanique* (4), avait placé le soulèvement des Pyrénées entre les formations tertiaires inférieure et moyenne, attribuant au soulèvement du mont Viso la séparation de la formation crétacée des couches nummulitiques qui représentaient la formation tertiaire inférieure. Il était en cela d'accord avec M. de Boucheporn (5), qui, de son côté, reconnaissait dans les Pyrénées deux soulèvements ayant dérangé la craie suivant les directions N.-E. et N.-O, et le soulèvement principal dirigé O.-N.-O. qui se serait produit à la fin des dépôts nummulitiques ou tertiaires inférieurs; mais, depuis, M. Raulin (6) a modi-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 428, 1848.
(2) *Ibid.*, p. 114, 1848.
(3) *Ibid.*, p. 444, 1848.
(4) In-4. Bordeaux, 1848.
(5) *Études sur l'histoire de la Terre*, p. 334. Paris, 1844.
(6) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 531, 1849.

fié sa manière de voir à cet égard, en adoptant les divisions proposées par Tallavignes.

Il a d'abord constaté que l'étage inférieur ou du mont Alaric se trouvait à Saint-Marcet, au nord de Saint-Gaudens, représenté par des argiles sableuses, rouges et jaunes, des calcaires sableux avec des Orbitolites, de grandes Exogyres et des baguettes de Cidaris. L'étage supérieur (*système ibérien*) existerait aussi à Aussignac, au nord-est de la même ville, où l'on trouve le *Cerithium semicoronatum* et d'autres coquilles. Pour l'auteur, l'étage du mont Alaric représente la partie supérieure de la formation crétacée, et entre seul dans la composition de la haute chaîne. Dans le pays basque les marnes à Térébratules (étage inférieur de M. Delbos) en feraient aussi partie, parce que, suivant lui, les fossiles diffèrent de ceux des deux autres étages, et que l'*Ostrea vesicularis* et les Orbitolites y abondent. Par ces motifs, M. Raulin rapproche l'étage du mont Alaric de la craie jaune de Royan, et, comme l'avait dit M. Boubée, la formation crétacée serait alors aussi complète au pied des Pyrénées que dans le Périgord et la Saintonge; aussi rejette-t-il la dénomination d'*épicrétacé*, employée pour des couches réellement tertiaires inférieures, et regarde-t-il celles de *systèmes alaricien* et *ibérien* comme tout à fait inutiles et superflues.

Le parallélisme systématique que l'on vient de voir proposé entre les marnes à Térébratules du sud du bassin et la craie jaune du nord ne nous paraît nullement justifié. En effet, les premières qui se lient aux deux autres étages par des espèces communes (*Orbitolites Fortisii*, *O. papyracea*, *Ostrea gigantea*, etc.), ou par des espèces propres à la formation nummulitique aussi bien que par leur stratification, ne renferment jusqu'à présent aucune espèce de la formation crétacée ni de la craie de Royan; et quant à l'*Ostrea vesicularis*, citée à la fois sur les deux bords du bassin, il faut ne pas avoir comparé les individus provenant des deux localités, pour en faire un argument en faveur de leur parallélisme. Ces coquilles constituent en effet deux variétés tellement différentes, qu'il est probable qu'elles devront être séparées et former deux espèces distinctes lorsqu'on les aura mieux étudiées. La variété provenant des couches à Térébratules est d'ailleurs celle qui se trouve dans toute la zone nummulitique, en Europe comme en Asie, et sans association d'aucune espèce crétacée. On ne concevrait certainement pas que les couches contemporaines des deux bords d'un bassin aussi resserré que celui de la Gascogne ne renfermassent aucune espèce commune, et, de plus, que des

familles entières fussent représentées d'un côté et pas de l'autre; car la craie jaune offre des Ammonites, des Turrilites et une foule de Sphérulites, dont aucune trace n'a été signalée dans les couches d'Alaric, ni dans les marnes à Térébratules, caractérisées par les Nummulites, qui à leur tour manquent complétement au nord. Les Orbitolites des deux rivages sont également différentes.

Par suite de sa nouvelle manière d'envisager la question, on comprend que M. Raulin devait replacer le soulèvement des Pyrénées, au moins pour la partie centrale et élevée de la chaîne, immédiatement après les dépôts crétacés supérieurs, ce qui aurait produit la ligne de démarcation plus ou moins profonde que l'on observe entre les terrains secondaire et tertiaire. La position des couches de l'étage du mont Alaric, relevées et formant les hautes cimes des Pyrénées, et celle des couches nummulitiques supérieures, qui se maintiennent dans les plaines, sans entrer dans la composition des contre-forts, et sans dépasser 400 à 500 mètres d'altitude, sur les points les plus éloignés des mers actuelles, nous paraissent motiver suffisamment, du moins quant à présent, leur séparation, sans admettre pour cela que les rapprochements précédents en soient une conséquence nécessaire.

Les dérangements qui ont affecté les strates du premier étage, dans les Corbières et la montagne Noire, auraient eu lieu plus tard, pendant la formation tertiaire moyenne, lorsque dans le nord s'opérait le soulèvement du Sancerrois. Ainsi, sur les pentes de la montagne Noire les bancs nummulitiques, les lignites et les calcaires lacustres de la formation moyenne sont concordants et ont été redressés ensemble sous des angles quelquefois très ouverts. Les directions sont variables, mais la plupart d'entre elles courent comme la crête d'Arquettes à Greffeil, parallèlement à la montagne Noire, et elles auraient été produites par la même cause et au même moment. D'autres, à la vérité, sont parallèles à la direction des Pyrénées. « Mais on ne peut, dit l'auteur, admettre qu'elles en soient con» temporaines, car il faudrait *rajeunir* le soulèvement de ces montagnes encore plus que je ne l'avais proposé. » Peut-être trouvera-t-on que M. Raulin rejette ici un peu facilement des faits de parallélisme contraires à son hypothèse et absolument du même ordre que ceux sur lesquels il s'appuyait lorsqu'ils lui étaient favorables?

Le même géologue réfute encore des assertions de M. Boubée qui, par une confusion de fossiles, avait rapporté certaines couches

des Basses-Pyrénées à l'étage du mont Alaric, et il pense que la nouvelle expression de *terrain pyrénéen supérieur* substituée par M. Leymerie (1) à celle d'*épicrétacé*, quoique préférable à certains égards, n'est cependant pas exacte dans le sens que lui donne son auteur, puisqu'il y a, au pied des Pyrénées, des mollasses lacustres de la formation tertiaire moyenne qui ont été plus ou moins redressées.

Les recherches persévérantes de M. Leymerie (2) lui ont fourni récemment les preuves que sa première supposition de l'absence de la craie blanche et de la craie supérieure au pied des Pyrénées n'était pas fondée, car il a constaté, particulièrement à Monléon et à Gensac, la présence de marnes jaunâtres et grises et de calcaires marneux reposant sur un calcaire blanc, le tout d'une faible épaisseur et recouvrant des calcaires et des schistes noirs à Orbitolites coniques et à Caprotines de la craie, est surmonté par les strates nummulitiques; de sorte que l'on a sur ce point une série comparable à celle de Santander, quoique le groupe supérieur de la craie y soit moins complet. Ces assises peuvent être suivies dans toute la largeur du département de la Haute-Garonne, par Saint-Marcet, Latone, Saint-Martory, Roquefort, etc. La stratification est mal caractérisée, et le pendage irrégulier est généralement au N. Sur 42 espèces de fossiles qui y ont été recueillies, 25 seraient nouvelles, et 17 connues seraient soit de la craie supérieure de Maëstricht, soit de la craie blanche. Il n'y a aucune Nummulite, mais on y rencontre la *Terebratula Venei* et l'*Ostrea lateralis* qui se trouvent aussi dans les couches à Nummulites des Corbières. La dernière de ces coquilles a été souvent observée dans d'autres gisements nummulitiques et dans la craie. Or ces assises, évidemment de la formation crétacée supérieure, sont ici d'une grande importance, car elles font voir que non seulement l'étage nummulitique supérieur de l'Aude, mais encore l'étage du mont Alaric que l'on avait mis en parallèle avec la craie de Maëstricht dont ils ne renferment cependant ni l'un ni l'autre les fossiles, sont en réalité différents et sont tous deux plus récents.

Ce qui complète d'une manière heureuse ces observations, c'est que M. Leymerie a reconnu la même superposition des couches à

(1) *Note sur les gîtes salifères des Pyrénées* (*Mém. de l'Académie de Toulouse*).

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 568, 1849.

Nummulites aux couches crétacées supérieures et caractérisées par les mêmes fossiles, à la base du massif central de la chaîne. Les tours du Marboré, le Cylindre et le Mont-Perdu, dit-il (1), reposent sur ce système crayeux et représentent la véritable formation nummulitique. On y remarque les mêmes petites espèces qu'à Aurignac et Mancioux (Haute-Garonne) et dans la même position par rapport aux couches à Orbitolites.

Le Mont-Perdu appartient donc, continue-t-il, à la période que M. Élie de Beaumont regarde comme une *lacune* dans le nord, entre la craie et le terrain tertiaire. Cependant l'auteur hésite à considérer cet énorme massif comme tertiaire, d'abord parce qu'il n'y a pas trouvé de fossiles de cette époque, et ensuite parce qu'il a remarqué vers sa base que les Nummulites reparaissaient au-dessous des couches à Orbitolites et *Ostrea larva*, Lamk.; de sorte qu'ici la séparation absolue des deux systèmes ne serait pas possible. Mais peut-être y a-t-il dans cet endroit une de ces fausses apparences causées par un grand renversement et que nous retrouverons si fréquemment dans les Alpes? Ce qui d'ailleurs tendrait à le prouver, c'est ce que dit ensuite M. Leymerie, que les schistes à Fucoïdes occupent une position intermédiaire et sont associés aussi à des calcaires à Nummulites et à Alvéolines. A Gensac et à Monléon, les couches sont à 300 mètres seulement au-dessus de la mer, et celles qui leur correspondent au Mont-Perdu sont à 2000 mètres; ainsi ces dernières ont évidemment été soulevées avec le Marboré.

Le même géologue (2), en adoptant aussi plus tard les divisions établies par Tallavignes, leur a refusé l'importance qu'on prétendait leur attribuer. Les deux étages rentreraient dans ce qu'il a désigné sous le nom d'*épicrétacé*, et l'inférieur ne serait point de la craie, puisqu'on n'y rencontre pas de fossiles crétacés et qu'il s'y trouve au contraire des espèces semblables à celles des assises nummulitiques de la montagne Noire. Ces dernières seraient le prolongement des couches supérieures repliées du mont Alaric, et c'est à tort que Tallavignes les aurait regardées comme une modification locale de l'étage supérieur. D'un autre côté, M. Raulin se serait trompé en indiquant l'étage inférieur à Saint-Marcet, où sont les couches à Hippurites des Corbières, et le supérieur à Aurignac, où se montre au contraire

---

(1) *Compt. rend.*, vol. XXIX, p. 308, 1849.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 90, 1850.

l'étage inférieur avec les *Nummulina Ramondi* (1) et l'*Alveolina subpyrenaica*.

M. Leymerie rappelle ensuite ce que nous venons de dire, que le massif du Mont-Perdu est formé de deux systèmes de couches dont l'un, celui du cirque de Gavarnie, caractérisé par l'*Ostrea larva*, Lamk., l'*O. vesicularis*, id., l'*Ananchytes ovata*, id., et de nouvelles espèces d'Orbitolites, serait l'équivalent de la craie de Gensac, de Monléon et de Saint-Marcel (système à Hippurites des Corbières) (2), et l'autre, supérieur au précédent et qui constitue le Mont-Perdu lui-même, ne présente que de petites Nummulites (*N. Ramondi* var. *minor*) abondantes aussi à Aurignac, Mancioux, Saint-Michel (Haute-Garonne), comme au pied de la montagne Noire.

Il existe entre ces deux systèmes de couches des calcaires blanchâtres, remplis de Nummulites (*N. biaritzana?*) et d'Alvéolines semblables à celles de la montagne Noire, d'Aurignac, etc., mais quant à l'enchevêtrement que l'auteur signale entre les dernières assises crétacées et ces calcaires, peut-être les difficultés de sa pénible ascension ne lui ont-elles pas permis de reconnaître l'existence de quelque circonstance locale et accidentelle, plus propre à l'expliquer qu'une véritable alternance?

M. Leymerie considère le soulèvement des Pyrénées comme ayant immédiatement suivi les dépôts nummulitiques pris dans leur ensemble. Toute la chaîne pyrénéenne, dit-il, témoigne hautement de ce fait, et l'on peut voir à Aurignac les couches re-

---

(1) M. Leymerie cite ici sa *N. globulus* et la *N. Ramondi*; mais comme il ignorait sans doute que la *N. Ramondi*, Defr., n'est autre que sa *N. globulus* ou la *N. rotularius*, Desh., nous ne savons à quelle espèce il attribue ici le nom de *N. Ramondi*. Nous devons dire d'ailleurs, pour sa justification, que la phrase descriptive de M. Defrance n'était pas plus propre à l'éclairer, à cet égard, que la figure et la description de la coquille de Crimée.

(2) Ou bien M. Leymerie s'écarte ici notablement de ce qu'il a dit précédemment de l'âge des couches crétacées de Gensac et de Monléon; ou bien il y a quelque confusion dans le texte : car si elles représentent la partie supérieure de la craie blanche et la craie de Maëstricht et reposent sur les calcaires à Caprotines et à Orbitolites coniques, elles ne sont point sur l'horizon des bancs à Hippurites des Corbières, lesquels sont sur l'horizon de la craie tufau (2e étage) ou peut-être du 3e étage de la craie du sud-ouest, caractérisé par les *Spherulites ponsiana*; par conséquent, elles sont placées entre le 1er étage (craie jaune de Royan) et le 4e, ce dernier étant caractérisé par l'*Orbitolites conica*, les Caprotines, etc.

gardées comme tertiaires inférieures, à cause de leurs fossiles, tout aussi redressées que la craie de Saint-Marcet, et, non loin, les dépôts tertiaires moyens, en couches horizontales. Enfin, après s'être élevé contre la prétention de M. Raulin de retrouver les traces du soulèvement du Sancerrois dans le midi de la France, il s'attache de nouveau à justifier l'emploi du mot *épicrétacé*, mais par des motifs qui nous paraissent peu concluants. Cette dénomination et celles de *terrains pyrénéens supérieurs*, de *systèmes alaricien* et *ibérien* n'ont aucun titre pour être admises dans une terminologie rationnelle, car elles n'expriment rien de nouveau et qui ne soit déjà connu sous un nom plus simple et plus exact. Si les dépôts qu'elles désignent sont encore un sujet de discussions, il vaut mieux attendre pour les caractériser qu'il n'y ait plus d'incertitude à leur égard; alors seulement on pourra être assuré que l'expression employée est d'accord avec les faits. Jusqu'à présent ce que l'on sait de la formation nummulitique en dehors de la chaîne, dans les Landes, les Basses-Pyrénées et en Espagne, depuis les Asturies jusqu'à Girone, ne permet guère de considérer la discordance des deux étages des Corbières que comme un accident local, et le classement de l'un dans le terrain tertiaire inférieur, comme celui de l'autre dans la craie, attend encore la sanction de faits plus nombreux et mieux démontrés.

CHAPITRE III.

FORMATION NUMMULITIQUE DES ALPES.

L'étude de la formation nummulitique, suivie pas à pas sur le pourtour des Alpes, est un des sujets les plus intéressants de la géologie de cette partie de l'Europe. L'immensité du développement qu'elle y a pris, la grandeur des bouleversements auxquels elle a participé, les anomalies étranges que ceux-ci ont produites, et qui ont donné lieu à tant de controverses, indépendamment de la question théorique générale, la simplicité de ses principaux caractères, la répartition constante des fossiles à des niveaux déterminés et leur *comparabilité*, si l'on peut s'exprimer ainsi, sur un vaste horizon, forment un tableau varié qui appelle à la fois l'attention du naturaliste et les méditations du philosophe.

Mais à tous ces résultats que la nature s'est plu, pour ainsi dire, à accumuler sur ce point, soit pour déjouer la sagacité du géologue, soit au contraire pour lui offrir çà et là des fils précieux qui doivent le guider à travers le dédale de cet immense chaos, il faut ajouter les difficultés que les observateurs se sont en quelque sorte créées eux-mêmes. Ainsi, outre qu'on employait le même mot dans des sens différents, et réciproquement, les uns invoquaient des relations stratigraphiques incomplétement éclaircies ou susceptibles d'une interprétation différente de celle qu'ils leur attribuaient, ou bien ils se trouvaient embarrassés par des rapports tout à fait contradictoires; les autres, influencés par les caractères minéralogiques, étaient effrayés de mettre des masses d'une pareille puissance, disloquées et portées au-dessus de la limite des neiges éternelles, en parallèle avec ces dépôts horizontaux et si restreints des bassins tertiaires du nord ouest, à peine de quelques dizaines de mètres au-dessus du niveau des mers, tandis que des paléontologistes et quelques géologues, plus confiants dans la généralité des caractères déduits de corps organisés fossiles, n'hésitaient pas à admettre ce parallélisme. Enfin, des rapprochements erronés, des conclusions hasardées, des mélanges accidentels de fossiles, des erreurs de gisement et une étude encore fort impar-

faite des corps organisés, entretenaient le doute dans les esprits les plus impartiaux. Cependant cet état de choses ne tenait pas tant, comme on pourrait le croire, à la difficulté du sujet qu'à la manière de l'envisager, et cela est si vrai, que le petit nombre de jalons posés il y a trente ans, sur quelques sommets des Alpes secondaires, par des savants d'une grande sagacité, sont encore ceux qui ont servi de base aux travaux qui, dans ces derniers temps, ont jeté le plus de lumière sur ce même sujet.

Nous commencerons l'examen du système nummulitique par les Alpes maritimes et le comté de Nice ; nous le suivrons en remontant au N., le long des Alpes françaises, dans les départements des Basses-Alpes et des Hautes-Alpes, puis en Savoie, en Suisse, en Bavière, en Autriche et dans les Alpes orientales, pour revenir chercher, sur le versant méridional de la chaîne, les lambeaux isolés çà et là dans les provinces vénitiennes, la Lombardie et le Piémont (1).

§ 1. Alpes maritimes et Alpes françaises.

Comté de Nice.

M. L. Pareto (2) a rapporté à la formation crétacée inférieure des bancs remplis de Nummulites, qui, partant du cap de la Mortola, se suivent jusqu'au col de Tende, et à la formation crétacée supérieure le macigno et les calcaires à Fucoïdes. Le macigno renferme peu de calcaire, d'argile et de marnes schisteuses; on n'y trouve point de Fucoïdes, et il se montre aux environs de Nice, formant une large zone qui s'étend, d'une part sur les calcaires à Nummulites précédents, et de l'autre sur le calcaire jurassique, vers Alassio et Albenga. Il est très développé dans la *Riviera di Levante*, où ses argiles deviennent alors schisteuses, quelquefois luisantes près de la serpentine qui change aussi la roche sédimentaire en jaspe et en calcaire cristallin. Le calcaire à Fucoïdes occupe, dans la *Riviera di Ponente*, un triangle dont la base

(1) Cette étude a paru assez importante à la section de géologie du congrès général des savants italiens réunis à Gênes, en 1846, pour qu'elle décidât, à l'unanimité, sur la proposition de M. A. de la Marmora, qu'un prix serait décerné à l'auteur de la monographie la plus complète du groupe nummulitique de l'Europe méridionale, et principalement de l'Italie. (*Atti della ottava riunione*, etc., in-4, p. 691. Gênes, 1847.)

(2) *Atti della seconda riunione degli scienz. Ital. in Torino*, in-4, p. 108, 1840.

est fermée par la côte de Saint-Rémy à Alassio, et dont le sommet se trouve au mont Bertrand, à l'est du col de Tende. Ces limites ont d'ailleurs été modifiées depuis par l'auteur lui-même. De son côté, M. Pierre de Tchihatcheff (1) a fait observer, avec raison, que les couches à Nummulites de Beaulieu, près de l'arsenal de Villefranche, étaient, suivant toute probabilité, plus récentes que le grès vert auquel son prédécesseur les rapportait.

M. Eug. Sismonda (2), ayant recueilli, dans les bancs nummulitiques de la vallée du Var, des fossiles qui, à l'exception de quelques espèces propres à la localité, étaient identiques avec ceux du calcaire grossier de Paris, en avait conclu que ces bancs devaient être rapportés, non à la craie, mais au terrain tertiaire inférieur, tandis que M. L. Pareto (3) crut pouvoir établir deux horizons nummulitiques, l'un rempli de grandes Nummulites, sur lequel repose le macigno et qui est pour lui crétacé, l'autre caractérisé par de petites espèces du même genre, supérieur au macigno, et qui serait, par les autres fossiles qui les accompagnent, réellement tertiaire. Mais les couches signalées par M. E. Sismonda étant inférieures au macigno, il en résultait que ce dernier devait être aussi placé dans l'époque tertiaire. Quant à certaines empreintes de Fucoïdes plus ou moins indéterminables, que nous verrons souvent invoquées avec une confiance parfaite, pour rapporter à la craie les couches qui les renferment, on doit dire qu'elles ne prouvent absolument rien (4). M. L. Pareto, dans sa *Carte géologique de la Ligurie maritime* (5), a peu modifié ses opinions précédentes sur les rapports des dépôts crétacés, nummulitiques et plus récents.

Mémoire de M. A. Sismonda.

Dans ses *Notices et éclaircissements sur la constitution des Alpes du Piémont* (6), M. Ang. Sismonda s'est occupé des relations,

(1) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*, etc., p. 205, in-8. Berlin, 1842.

(2) *Congrès des savants italiens en* 1845, séance du 2 oct. (*L'Institut*, 3 juin 1846).

(3) *Ibid.*

(4) Lorsqu'on réfléchit aux difficultés que présente l'étude des Algues vivantes pour distinguer et caractériser les espèces, on ne peut qu'être étonné de la légèreté avec laquelle certains géologues prononcent sur la certitude de telle ou telle espèce fossile de cette famille de végétaux.

(5) Une feuille. Gênes, 1846.

(6) *Mém. de l'Acad. roy. de Turin*, 2e sér., vol. IX, p. 71, avec carte et coupes, 1847.

des caractères et de la distribution des couches à Nummulites des environs de Nice, le long de la frontière de France, en remontant au N. jusqu'aux sources de la Stour, et au N.-E. jusqu'au col de Tende. Nous suivrons le savant géologue dans la description qu'il donne de ce pays, de manière à faire apprécier autant que possible l'intérêt de son travail, relativement à ce qui nous occupe en ce moment.

Entre l'Argentera et le col de la Maddalena, un grès calcarifère ou macigno renferme deux sortes de calcaires subordonnés, l'un argileux, bleu foncé, l'autre brun cendré. Tous deux sont traversés en divers sens par des veines de calcaire spathique. Ils sont arqués, repliés et inclinent au N. 20° E. Ces strates, qui reposent ici sur des calcaires noirs, grano-compactes, remplis de fossiles et rapportés à l'étage d'Oxford, représentent les calcaires à Nummulites et le macigno à Fucoïdes des Alpes et des Apennins. De l'origine de la vallée de la Stour, cette formation s'étend vers celle de l'Oranaye, d'où elle s'élève au lac de Lauzanier. Les corps organisés végétaux et animaux y sont très répandus autour de San Dalmazzo il Selvatico et de San Stephano, petits villages situés presque à la naissance de la vallée de la Tinea.

M. Sismonda établit, dans cette formation, deux divisions : la supérieure représentée par le macigno et le calcaire à Fucoïdes, l'inférieure par un calcaire particulier et une sorte de quartzite avec des fossiles parmi lesquels dominent les Nummulites. Celle-ci serait l'équivalent, dans les Alpes, des premiers dépôts de la craie blanche, ou de la partie la plus ancienne de la formation crétacée supérieure (1).

---

(1) (P. 74, *Nota.*) M Sismonda, après avoir critiqué l'emploi du mot *épicrétacé* proposé par M. Leymerie, ajoute que, comme MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, il croit que le macigno et le calcaire à Nummulites sont indépendants du terrain tertiaire et de la craie verte ou inférieure, mais qu'ils se relient à la partie la moins ancienne de la formation à laquelle cette dernière appartient, c'est-à-dire, à la craie blanche. Au nord et à l'est de Rinadio et de Demonte, les dépôts nummulitiques forment des lambeaux étendus recouvrant les roches jurassiques de l'étage d'Oxford, qui sont des calcaires noirs, cristallins, plongeant au N. 20° O., et auxquels succèdent des poudingues, des quartzites et des schistes talqueux.

Nous ajouterons que M. Sismonda avait aussi étayé son opinion sur deux observations, qui depuis ont été reconnues fausses par leurs auteurs : l'une était la présence de Bélemnites dans les couches à

Les calcaires à Nummulites, avec divers grès ou macigno, couronnent les montagnes voisines de la rive gauche de l'Esteron. A Révest, le macigno descend sur les pentes moyennes que parcourt là route qui, après le village, se dirige vers Toudon. La crête, qui s'étend de ce dernier village à Rorebel et la Penne, est formée de calcaire nummulitique terreux, recouvert de roches sableuses ou caillouteuses. De chaque côté règne une bande de calcaire argileux, brun cendré, et d'argile mélangée par places de substances charbonneuses, l'un et l'autre caractérisés par des fossiles de la craie, et reposant au N. sur les couches jurassiques, ou sur le groupe néocomien. La coupe que l'on observe à la hauteur de la Penne montre bien la superposition de toute la série. Les couches à Nummulites, surmontées de roches arénacées et caillouteuses, sont courbées en fond de bateau et concordantes avec les strates crayeux sous-jacents. Avec les Nummulites il y a d'autres fossiles que l'auteur reconnaît identiques pour la plupart avec des espèces du terrain tertiaire inférieur du bassin de la Seine. En effet, sur 71 espèces de coquilles et de polypiers qu'il signale, 24 ont été déterminées, et toutes sont propres au terrain tertiaire inférieur ou aux dépôts nummulitiques des Pyrénées, tandis qu'aucune n'appartient à la craie. Les espèces douteuses se rapprochent aussi toutes des formes tertiaires les plus anciennes.

(P. 92.) Dans la vallée du Var, le calcaire argileux nummulitique, surmonté çà et là de macigno, occupe le fond de la dépression autour du Puget-Théniers et de Villars; il repose sur le calcaire crétacé à Inocérames, fréquemment dérangé, et qui est supporté par le lias. De Rorebel à Rocca-Esteron on quitte la craie inférieure, et l'on atteint le système nummulitique composé d'alternances de sable, de gravier et de cailloux. La craie verte se montre de nouveau vers Cuebris, et de dessous elle s'élève le calcaire néocomien. La pente sud, vers Rocca-Esteron, est principalement occupée par le calcaire à Nummulites (*N. scabra* var. *maxima?* id. type, *N. Ramondi*, *N. contorta*, *N. intermedia*, *N. discorbina*), qui plonge de 75° au S., et sur lequel le village est bâti.

Si nous nous reportons actuellement au nord de Nice, sur la route de Turin, nous trouverons le calcaire néocomien finissant à

Nummulites de la Savoie, fait que M. Favre a démenti; l'autre était le prétendu mélange de Nummulites et d'Hippurites, en Turquie, que M. Viquesnel a également démenti.

Drap et recouvert l'espace d'une lieue par le calcaire cendré, argileux, plus ou moins compacte, de la craie inférieure. Non loin d'un petit torrent paraissent les roches argileuses avec Nummulites, qui se continuent jusqu'à la montée de la Scarena, laissant voir çà et là la craie sous-jacente. L'inclinaison des strates change pour ainsi dire à chaque pas. Au col de Braus le calcaire crétacé à Inocérames est de nouveau surmonté transgressivement par un calcaire compacte, presque noir, avec de grandes Nummulites (*N. spissa*, *N. Ramondi*) et d'autres fossiles indéterminables. Les roches nummulitiques, le calcaire et le macigno couronnent les montagnes du col pour s'étendre au delà de Sospello, le long du versant de la Bevera. En cet endroit se montre le grès vert, puis le groupe néocomien qui s'élève jusqu'à la cime des montagnes. De ce point à Vintimiglia les assises des deux groupes crétacés sont coupées par la route, et autour de la ville reparaissent les roches nummulitiques.

Le calcaire à foraminifères de la vallée du Paglione pénètre dans celle de Comtes et la suit, soit seul, soit réuni au macigno et au poudingue; il se prolonge au-dessus de Coraza, et, sur le haut de la chaîne en face de Comtes, il recouvre le calcaire crétacé inférieur; celui-ci surmonte à son tour le grès vert rempli de Bélemnites et d'Ammonites, et ce dernier le calcaire néocomien. Le plongement du calcaire crétacé inférieur, après Drap, est S. 15° O., et après le pont du Paglione N. 20° E.; au delà les bancs offrent plusieurs inflexions.

En montant à la chapelle de Notre-Dame de Ville-Vieille, M. A. Sismonda a trouvé, à la base des calcaires nummulitiques, un calcaire un peu plus compacte, et dont le gisement, dit-il, et *quelques autres circonstances* ne permettent pas de le séparer du précédent. Mais on doit regretter que le savant géologue piémontais, à qui la science doit tant de travaux précieux sur les Alpes, n'ait pas fait connaître quelles étaient ces circonstances, qu'il n'ait pas donné une coupe détaillée de cette localité, et qu'il n'ait pas dit précisément si les Nummulites se trouvaient associées ou non avec les fossiles qu'il a recueillis dans les calcaires compactes (*Holaster subglobosus*, Ag., *H. suborbicularis*, id., *H. altus*, id., *Micraster cor-anguinum*, id., *Micraster arenatus*, id.). Aussi, jusqu'à ce que nous ayons des assertions plus positives, nous admettrons ici la concordance parfaite entre les couches nummulitiques et celles qui paraissent être un rudiment de la craie blanche, ce qui n'a rien que de très rationnel, puisqu'il en est ainsi dans tout le nord-ouest de la chaîne; mais nous contesterons le mélange des

fossiles nummulitiques et crétacés; ce mélange, existât-il d'ailleurs à la jonction des deux formations en contact, ne serait encore qu'un argument sans valeur pour les réunir (1).

Lorsqu'on se dirige des sommités du mont Férion vers Levenzo, dans la vallée de la Vesubia, on traverse les calcaires néocomiens, les calcaires argileux cendrés de la craie inférieure, les calcaires nummulitiques coquilliers et le macigno. (P. 106.) Au nord-est de la localité précédente, M. Sismonda décrit encore les environs du col de Tende élevé de 1877 mètres au-dessus de la mer, et où il signale le poudingue, le calcaire, les schistes argileux noirs, semblables à ceux de Lavagna sur la rivière de Gênes, alternant avec le macigno psammitique brun, incliné de 70° au N. 15° à 25° E. Du côté de Limonetto ces roches forment les montagnes qui entourent le bassin au fond duquel se trouve le village. Les couches à foraminifères des sommets sont partout circonscrites par la formation jurassique qui les supporte, et dont elles ne sont séparées que par un poudingue calcaire avec le calcaire blanc sale et le calcaire gris cendré des environs de Limonetto.

M. Chartes (2) pense que le macigno du comté de Nice doit être placé dans le terrain tertiaire, et M. L. Bellardi (3) partage cette opinion. Près de la Penne, dit ce dernier, et au Puget, dans la vallée du Var, localités dont nous avons parlé ci-dessus, on voit la superposition du macigno aux marnes bleues, et celles-ci recouvrant le calcaire marneux avec fossiles tertiaires et Nummulites (*N. Ramondi*, *N. intermedia*, *N. discorbina*). Cet ensemble de couches, continue-t-il, doit donc être regardé comme tertiaire, puisqu'aucun fossile crétacé ne s'y trouve, et que près de la moitié des espèces qu'on y a recueillies existent dans le bassin de la Seine. Observations diverses.

Sur les collines de Belenda, qui dominent la Mortela, non loin de Vintimiglia, M. Perez (4) a pu observer, malgré le dérange-

(1) M. Perez, en s'occupant des limites de la formation crétacée des Alpes maritimes, a fait voir que les couches à Hippurites manquent dans le comté de Nice, et que dans la Ligurie la formation nummulitique reposait généralement sur un calcaire marneux, quelquefois à points verts, dans lequel il n'a jamais rencontré de Nummulites, mais où se trouvent des fossiles dont il donne la liste et qui sont propres, les uns à la craie tufau, les autres à la craie blanche du nord. (*Atti della ottava riun.*, etc., à Gênes, en 1846, in-4, p. 654, 1847.)

(2) *Atti della ottava riunione*, etc., in-4, p. 643, 1847.

(3) *Ibid.*

(4) *Ibid.*, p. 651.

ment des couches, et en allant de bas en haut, un calcaire marneux, crétacé, avec Inocérames et Hamites, puis des bancs avec Nummulites, d'autres bancs remplis de fossiles identiques avec ceux de la fontaine du Giarrié près de Nice, de nouvelles assises encore avec Nummulites, et que l'on retrouve au cap de la Mortola, des marnes et des grès, et, enfin, le macigno et le calcaire. Ces assises, repliées au S.-O., se retrouvent, et dans le même ordre, à la Croix de la Mortola, et de ce point au cap du même nom se développent huit couches distinctes de psammites plus ou moins bruns et variables avec les *Nummulina moneta* var. *e*, id. type, *N. contorta*, *N. spissa*, et plusieurs autres espèces, *Ostrea gigantea*, *Serpula spirulæa*, etc. Cette série se montre avec les mêmes fossiles, à l'ouest de la fontaine du Giarrié, à Comtes, Rocca-Esteron, le Puget, etc., et c'est encore à ce système qu'appartient le calcaire à Lenticulites de Beaulieu près Saint-Hospice.

M. R. Ewald (1), qui n'admet qu'une seule grande formation nummulitique dans les Alpes, y rapporte les couches dont nous venons de parler, tandis que M. Coquand (2) croit y reconnaître deux parties essentiellement distinctes, la supérieure représentant les sables à Nummulites du Soissonnais et le calcaire à lignite de Fuveau, puis l'inférieure qui comprend le macigno et les calcaires à Fucoïdes appartenant à la formation crétacée. Mais cette troisième opinion, qui ne repose que sur une observation locale, où la série des couches n'est pas complète (3), est inadmissible, puisque les calcaires marneux ou sableux à Nummulites et fossiles tertiaires du Soissonnais, sont précisément, dans les Alpes maritimes, comme dans les Basses-Alpes, et partout ailleurs, *au-dessous* de ce macigno et de ces calcaires à Fucoïdes que l'auteur rapporte à la craie.

Paléontologie. M. H. Michelin a consacré les planches 61-63 de son *Iconographie zoophytologique* (4) aux polypiers fossiles de la formation nummulitique des environs de Nice, et les études profondes de

---

(1) *Quelques remarques sur les Nummulites*, in-8. Padoue, 1848

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 368, 1849.

(3) Le bassin du lac de Lauzanier et les anfractuosités qui l'environnent sont creusés dans les calcaires à Fucoïdes, le macigno et des calcaires marneux, mais n'atteignent pas les couches à Nummulites et à fossiles tertiaires qui affleurent seulement au-dessous de la cime de Pouriac, à la base des calcaires marneux précédents; au reste, prise dans son ensemble, la formation est ici composée comme partout.

(4) In-4. Paris, 1840-47.

MM. Milne Edwards et J. Haime sur les animaux de cette classe ont beaucoup contribué à faire apprécier ceux de ces couches, dont M. Eug. Sismonda (1) a décrit les échinodermes; mais ce sont surtout les recherches de M. L. Bellardi, jointes à celles de M. Perez, qui ont fait connaître les richesses paléontologiques des Alpes maritimes. La liste des espèces que M. Bellardi a bien voulu dresser par avance et communiquer à la Société géologique (2) nous permet de juger des éléments dont cette faune se compose. Nous y trouvons 266 espèces, dont 32 polypiers, 10 foraminifères, 14 radiaires, 3 Serpules, 127 bivalves et 79 univalves : on voit que la proportion relative des mollusques univalves et bivalves se trouve ici à peu près comme à Biaritz, et par conséquent différente de ce qu'elle est dans le terrain tertiaire du nord-ouest.

Quant à la distribution géographique de ces 266 espèces, dont 58 restent à déterminer encore, et dont nous ne considérons par conséquent que les 208 qui ont été déterminées, on voit que 94 sont nouvelles ou propres au pays et que 114 étaient déjà connues. De ces dernières 73 se retrouvent dans d'autres gisements nummulitiques, et 73, ou un nombre précisément égal, dans les dépôts tertiaires inférieurs des bassins de la Seine, de la Belgique et de l'Angleterre, qui sont ainsi reliés aux couches nummulitiques des environs de Nice par un caractère zoologique de même valeur que celui qui rattache ces dernières aux autres gisements nummulitiques circum-méditerranéens.

Parmi les espèces communes aux bassins du nord-ouest et aux Alpes maritimes, nous citerons la *Corbis lamellosa*, les *Venericardia angusticostata*, *imbricata*, *asperula* et *multicostata*; les *Cardium hyppopæum* et *semistriatum*; la *Lucina contorta*; les *Pectunculus pulvinatus* et *depressus*; les *Chama gigas* et *calcarata*; les *Cerithium cornucopiæ* et *giganteum*; les *Pleurotoma prisca*, *clavicularis* et *labiata*; les *Fusus heptagonus*, *rugosus*, *Noe* et *longævus*; les *Voluta musicalis* et *rarispina*; le *Rostellaria macroptera*; la *Neritina conoidea*; les *Natica sigaretina*, *patula*, *cepacæa*, *Willemetii*, *ponderosa* et *mutabilis*; la *Melania costellata*; la *Turritella imbricataria*; le *Nautilus zigzag*, etc. Ces déterminations spécifiques méritent d'autant plus de confiance, qu'indépendamment des excellents mémoires qui ont fait connaître avantageusement M. Bellardi dans la science, il avait apporté à Paris tous ses échantillons

(1) *Mém. de l'Académie roy. de Turin*, vol. VI, p. 341, 1844.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol VII, séance du 17 juin 1850.

et consacré plusieurs mois à les comparer avec les individus types des collections de M. Deshayes et d'autres paléontologistes (1).

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE (2).

Risso. — Nice, *Bull. de la Soc. philom.*, 1813, vol. III, p. 337. — *Journ. de phys.*, 1813, vol. LXXVII, p. 197. — *Journ. des mines*, 1813, vol. XXXIV, p. 81. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. IX, p. 171.

Allan. — *Transact. roy. Soc. of Edinb.*, 1817, vol. VIII, p. 427. — *Quart. Journ. of scienc.*, vol. V, p. 173. — *Isis*, 1818, p. 583.

De la Bèche. — *Ann. of philos.*, 1829. — *Transact. geol. Soc. of London*, 1829, vol. III, p. 371 avec carte.

Buckland. — Nice et le passage du col de Tende. (*Proceed. geol. Soc. of London*, 1829, vol. I, p. 87. — *Transact. id.*, vol. III, p. 187. — *Arch. für Miner.* de *Karsten*, 1830, vol. II, p. 298. — *Bull. de Férussac*, 1829, vol. XVIII, p. 342.

Boué. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 332, 1833.

Sismonda. — *Ibid.*, 2e sér., vol. III, p. 240, 1846.

Département des Basses-Alpes.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur la *Carte géologique de la France*, dont on ne peut trop louer l'exactitude pour les limites des divisions qui y ont été adoptées, on voit que la formation nummulitique, représentée par la teinte jaune affectée au *terrain crétacé supérieur*, ne se montre plus sur la rive gauche du Var, après sa jonction avec l'Esteron, mais que le massif qui sépare plus haut ces deux rivières en est presque entièrement composé, et se prolonge dans le département des Basses-Alpes, où nous allons le suivre par la vallée d'Entrevaux et d'Annot. Nous prendrons pour guide M. S. Gras, en ajoutant au résultat de ses recherches quelques observations faites par nous-même, d'après les indications que M. Élie de Beaumont avait eu l'obligeance de nous donner.

(1) La liste de M. Bellardi indique encore des débris de mammifère rapportés à un *Palæotherium*, qui auraient été trouvés dans les couches nummulitiques de Comtes au nord de Nice, mais le dessin présenté à la Société géologique semblait indiquer plutôt des dents de *Rhinocéros* que celles d'un *Palæotherium*; et comme cette découverte remontait déjà à plusieurs années, il y a encore, au moment où nous écrivons, des doutes et sur le genre auquel ces débris appartiennent, et sur leur gisement.

(2) Nous avons puisé la plupart des documents de cet *Appendice bibliographique* et des suivants dans le travail qu'a publié M. Boué sur le même sujet. (*Berichte uber die Mittheil. v. Freund. d. Naturwiss. in Wien*, etc., vol. III, 1847, p. 146.)

Dans un premier travail, M. S. Gras (1) ayant pris les marnes et les calcaires à Nummulites des Basses-Alpes pour ceux du groupe néocomien, les avait assimilés au calcaire placé sous le *grès vert* de la perte du Rhône, auquel il rapportait aussi, par une autre erreur, le *flysch* de la Suisse. Plus tard il en fit l'*étage supérieur* de la formation crétacée, « qui est représenté, dit-il (2), par un dépôt » puissant et d'une immense étendue, caractérisé par de nombreuses Nummulites, et, ce qui est plus remarquable, par des » coquilles tertiaires qui n'ont été trouvées jusqu'à présent que » dans le calcaire grossier parisien, ou dans les terrains équivalents. » C'est surtout, ajoute-t-il, la considération des fossiles qui m'a » porté à placer ces couches dans les plus récentes de la craie, car, » dans tout le Dauphiné et la haute Provence, je n'ai pu observer » leur superposition au grès vert; partout, au contraire, elles reposent immédiatement, tantôt sur la formation jurassique, tantôt sur » le groupe néocomien. Le groupe nummulitique, qui atteint des » altitudes de 2500 à 3000 mètres, semblerait même plus ancien » que le grès vert, qui occupe ordinairement le fond des vallées ou » des bassins. »

On pourrait s'étonner peut-être de voir l'auteur mettre ces couches dans la formation crétacée, uniquement parce qu'il y trouve des fossiles tertiaires et des Nummulites; mais il ne faut pas perdre de vue que les caractères stratigraphiques (dont il ne se rendait pas bien compte) et minéralogiques le portaient à les placer beaucoup plus bas dans la série. Nous n'avons pas été nous-même plus heureux que M. Gras pour observer la superposition directe des couches nummulitiques sur ce qu'il nomme le *grès vert*, et qui est pour nous la *craie tufau*; mais comme celle-ci est parfaitement développée entre Vergons et l'Iscle, où elle renferme ses fossiles les plus caractéristiques, ainsi que dans la montagne de la Colle-Saint-Michel, coloriée aussi comme appartenant au groupe néocomien, il ne nous paraît pas douteux que cette superposition, dont nous venons d'indiquer des exemples à l'E. dans la vallée du Var, n'existe aussi dans le département des Basses-Alpes.

L'*Ammonites Coupei*, Al. Brong. (*A. varians*, Sow.), que l'auteur

(1) *Statistique minér. du dép. de la Drôme*, p. 85, in-8 avec carte. Grenoble, 1835.

(2) *Statistique minér. du dép. des Basses-Alpes*, p. 77, in-8 avec carte. Grenoble, 1840.

a trouvée près de Saint-Benoît, à l'est d'Annot, précisément à la limite des couches crétacées et nummulitiques dans cette direction, en serait la meilleure preuve, car cette coquille n'a jamais été observée plus haut que la craie tufau, et nous l'avons recueillie en grande quantité avec l'*Ammonites Mantelli*, Sow. et le *Turrilites costatus*, id., au-dessus de Vergons, où la série des couches, depuis les calcaires néocomiens inférieurs, ne peut laisser aucune incertitude (1). Cette localité est à 4 kilomètres du point où la route traverse le plan de jonction des calcaires néocomiens et nummulitiques. A 600 mètres du village de Rouaine, et à 30 mètres avant le rocher sous lequel passe la route, on remarque cette superposition faiblement discordante, mais parfaitement discontinue; on la distingue fort bien des deux côtés de la gorge étroite et profonde où coule le torrent. Les premiers bancs nummulitiques sont des calcaires jaunâtres, souvent bleus à l'intérieur, très durs, à cassure conchoïde, à grains assez fins, de 12 à 15 mètres d'épaisseur. A ceux-ci succèdent des calcaires gris noirâtre, marneux, remplis de *Nummulina Ramondi*, var. *minor*, avec le *Trochocyathus pyrenaicus*, un *Flabellum* voisin des *F. asperum* et *appendiculatum;* les *Orbitolites submedia* et *radians*, l'*Operculina Guettardi*, l'*Eupatagus navicella?*, la *Serpula spirulæa*, un *Teredo*, la *Pholadomya Puschii*, le *Pecten subtripartitus*, une *Modiola* et la *Pyrula nexilis*. Ces calcaires supportent des marnes bleues très puissantes avec *Orbitolites submedia*, *Operculina Guettardi*, *Nummulina Ramondi*, *Corbula rugosa*, *Cytherea nitidula*, *Cardium plumstedianum*, *Pecten*, nov. sp., *Natica*, etc., et qui se prolongent jusqu'au delà du village, où des sables gris jaunâtre leur succèdent.

De ce point à Annot on voit reparaître, à plusieurs reprises, les calcaires néocomiens, par suite de larges plissements; mais les trois assises principales de la formation se représentent constamment dans le même ordre, savoir: les calcaires gris foncé, marneux et schistoïdes à Nummulites, les marnes bleues, puis les sables gris verdâtre qui passent à des grès, en bancs puissants, couronnant les hauteurs dans le voisinage immédiat d'Annot. Ces grès grossiers, peu durs, sont souvent éboulés en blocs énormes, sur les pentes, et rappellent sur une plus grande échelle l'aspect des collines de Fontainebleau. Le long de la route de Saint-Michel on suit encore les couches num-

(1) D'Archiac, *Notes inédites*, 1845.

mulitiques, et au delà de Fugeret on observe la même superposition qu'à Rouaine. Plus loin la formation crétacée se relève, et les calcaires inférieurs à Nummulites forment, à mi-côte, une crête saillante que surmontent, en arrière-plan, les calcaires gris, les marnes bleues et les grès. Le village de Méailles, bâti sur le bord du calcaire nummulitique coupé à pic, ressemble à un fort placé à l'extrémité d'une enceinte continue dominant l'étroite vallée qu'arrose la Vaire. Cette disposition paraît résulter d'une faille qui a relevé les couches de la rive gauche d'environ 50 mètres au-dessus de celles de la rive droite, où les assises nummulitiques sont d'ailleurs peu développées. Toute la montagne de la Colle de Saint-Michel appartient à la craie, et ce n'est qu'au delà du pont, sur la route de la Mure, que reparaissent les calcaires jaunâtres et bleus à l'intérieur, durs, compactes, les calcaires gris noir avec Nummulites, *Caryophyllia*, *Lithodendron*, *Cardium*, *Tornatella alligata?* et *inflata?*, *Cerithium*, etc., puis les marnes recouvertes par les grès, qui cessent de nouveau avant le village.

Déjà M. L. Pareto (1) avait signalé, au lieu dit le Branchier, un peu en amont de Saint-André, des marnes à Nummulites, remplies de Cérites, Ampullaires, Buccardes, Cythérées, polypiers, etc., qu'il comparait aux fossiles des Diablerets, et mieux encore à ceux du cap de la Mortela. Un lambeau de la formation nummulitique, complétement entouré de couches néocomiennes, forme une bande allongée du N. au S., de Tartonne à Senez, et passant par Barrême. Au nord de cette ville, sur la droite du torrent qui descend de Tartonne, on revoit, encore, s'appuyant à l'O. sur les roches crétacées, les calcaires nummulitiques jaunâtres, puis les marnes bleues et un poudingue. M. S. Gras y signale la *Natica spirata*, la *N. sigaretina* et la *Melania costellata*; nous y avons trouvé en outre la *Cyclolites Perezi*, un *Cardium* indéterminable et la *Nummulina Ramondi*.

A l'est d'Annot, ces couches, interrompues d'abord par la réapparition de la formation crétacée, se montrent de nouveau un peu avant Entrevaux, où elles font suite à celles des bords du Var que nous avons décrites et où elles offrent les mêmes caractères; car les bancs sableux et caillouteux dont nous avons parlé sont une portion désagrégée des grès d'Annot; le macigno et les schistes ou marnes

(1) *Bull.*, vol. IV, p. 92, 1834.

à Fucoïdes, que plus tard nous désignerons sous le nom de *flysch*, ne sont autre chose que ces mêmes grès d'Annot et les schistes argilo-calcaires gris, micacés, qui, dans les Basses et les Hautes-Alpes, sont exploités comme ardoises. Enfin les bancs calcaires, noirâtres ou grisâtres, durs et compactes, ou bien tendres et marneux, presque toujours remplis de Nummulites et de fossiles, d'espèces tertiaires ou propres au pays, constituent, à la base de la formation, un horizon non moins constant que nous retrouverons sur tout le versant occidental de la chaîne. Dès 1833, M. L. Pareto (1) avait soupçonné ces relations générales ; mais le peu de données paléontologiques que l'on possédait alors, l'obscurité et souvent la contradiction apparente des caractères stratigraphiques, ne permettaient pas encore des conclusions positives ou suffisamment motivées.

En remontant au N.-E. nous verrons les mêmes assises bien développées le long du Verdon jusqu'à Colmars et dans presque toute la vallée de l'Ubaye ; mais en général elles nous ont paru moins continues que ne les représente la carte géologique de M. Gras. Leurs contours sont plus déchiquetés, et les couches sous-jacentes reparaissent sur beaucoup de points coloriés comme *formation nummulitique*. A partir du parallèle de Colmars et jusqu'à sa limite septentrionale dans le département des Hautes-Alpes, cette dernière formation cesse d'être en contact avec les dépôts crétacés, et repose sur les divers étages jurassiques. La coupe qu'a donnée M. L. Pareto (2), depuis Saint-Ours, sur la chaîne centrale des Alpes, jusqu'à Saint-Vincent, non loin du confluent de l'Ubaye et de la Durance, montre, à ses deux extrémités, cette formation très accidentée, reposant sur les couches jurassiques. A l'O., près de Saint-Vincent, la succession des assises de calcaires à Nummulites, de macigno, de schistes et de calcaires à Fucoïdes est régulière ; sur la rive droite de l'Ubaye, un massif de calcaire secondaire semble avoir été soulevé de dessous les couches à Nummulites qui se redressent sur ses flancs, mais pour ne plus reparaître vers l'E. Dans cette direction les macignos, les schistes et les calcaires à Fucoïdes règnent seuls en couches tourmentées, repliées, plongeant généralement à l'E.

(1) *Bull.*, vol. IV, p. 94, 1833. — Sans doute M. Élie de Beaumont, qui avait fait alors une étude si profonde de ce pays, avait été frappé de ces mêmes rapports ; malheureusement les détails de ses savantes explorations n'ont pas encore été publiés.

(2) *Bull.*, vol. IV, 190, 1834.

vers la chaîne, jusque près de Saint-Ours, où elles prennent une inclinaison inverse, avant de buter contre les calcaires jurassiques compactes, subgrenus, bleuâtres, semblables à ceux de Saint-Vincent. A Jansier, deux lieues au nord-est de Barcelonnette, les schistes argilo-calcaires fournissent des ardoises minces, résistantes et très employées dans le pays. L'anthracite paraît exister aussi dans cette même assise au hameau de Saint-Ours, commune de Meyronnes, où cette substance a été l'objet d'exploitations peu fructueuses. Nous appelons l'attention sur ce fait, parce que nous verrons plus loin que la constance des débris de végétaux charbonneux à ce niveau est encore dans les Alpes un caractère remarquable du système de couches qui nous occupe.

Celui-ci, en se continuant dans le département des Hautes-Alpes, dont il couvre une grande portion à l'est de Gap, se prolonge vers le N., resserré de plus en plus à l'E. par la formation jurassique et à l'O. par le massif granitique de l'Oisans qu'il contourne, pour cesser ensuite un peu au-dessus de Monestier, là où les roches secondaires et primaires se trouvent en contact. M. E. Gueymard (1), qui en 1830 rapportait ce système au *grès vert*, indique ainsi sa distribution en le désignant sous le nom général de *grès à Nummulites*. Ces grès, dit-il, commencent un peu au-dessus de la Rochette, passent au château d'Ancelle, à Ancelle, au-dessus de Saint-Léger, s'étendant jusqu'au Pont-du-Fossé. On y trouve subordonnés des calcaires schisteux passant à l'ardoise et ressemblant à ceux du lias. Au Pont-du-Fossé, sur la rive gauche du Drac, on voit les calcaires feuilletés, que l'auteur rapporte au lias, recouverts transgressivement par d'autres calcaires schisteux à Nummulites. Département des Hautes-Alpes.

De ce point au confluent des Dracs d'Orcières et de Champoléon, règnent les grès et les calcaires à Nummulites. Au-dessus d'Orcières, les calcaires fournissent des ardoises estimées, et vers le confluent des deux torrents, les grès sont exploités pour les meules de moulin. Ces couches sont d'ailleurs plus ou moins redressées et tourmentées. De Saint-Jean à Saint-Bonnet les flancs inférieurs des montagnes sont formés par les *calcaires schisteux à Lucines*, de la formation jurassique, et toutes les parties supérieures, comprenant Chaillol-le-Vieux, sont des grès à Nummulites très variés et presque horizontaux. Plus à l'E., de Charges jusqu'à

(1) *Sur la minér. et la géol. du départ. des Hautes-Alpes*, p. 53, in-8 avec carte. Grenoble, 1830.

Prunières et Saint-Apollinaire, la base des escarpements est formée de schistes à Lucines, recouverts par les calcaires également jurassiques dits *de la Porte de France*, au-dessus desquels viennent les grès à Nummulites, inclinés de 60° à l'O. Près d'Orres les calcaires de ce même système sont exploités par des galeries et employés comme ardoises, ainsi que ceux des carrières de Châteauroux, les plus estimés du pays, et ceux au-dessus de Réotier.

Les parties hautes des montagnes de Saint-Clément à Guillestre sont aussi formées de grès et de calcaires à Nummulites. Il en est de même au-dessus de Champcella et de Freyssinières, et ces roches, qui constituent le groupe central d'Orcières, se montrent au delà du Vignaux, jusqu'à la hauteur d'Alefroide, pour y reposer sur les roches primaires du grand massif cristallin de l'Oisans, et se prolonger encore jusqu'à 10 kilomètres environ au nord du village (1). Une veine puissante de fer carburé, mais de qualité médiocre, a été exploitée au milieu des calcaires.

Le mont Faudon, situé à 9 kilomètres au nord-est de Gap, vers le milieu du massif montagneux de Mence qui sépare la vallée d'Ancelle de celle de la Bastie-Neuve, n'a fixé l'attention des géologues que dans ces derniers temps, car Guettard (2) n'en parle point et signale seulement les *Hélicites*, ou *pierres lenticulaires* des Cases de Fondant, au-dessus d'Ancelle (3), et M. E. Gueymard, dans le mémoire que nous venons de rappeler, n'en fait aucune mention. C'est dans un ouvrage de Ladoucette (4) que nous trouvons des renseignements précis sur les fossiles recueillis au-dessus des villages de Chaillol et de Combes, commune de Saint-Bonnet, sur la rive droite du Drac, et au mont Faudon situé au sud, de l'autre côté de la vallée. Ces fossiles, déterminés par M. Deshayes, ne lui laissèrent aucun doute que les couches qui les renfermaient ne fussent tertiaires et parallèles à celles des bassins de la Seine, de la Belgique, de la Tamise, du Hampshire, du Cotentin, à l'ouest, et

(1) Sur la *Carte géologique de la France*, M. Élie de Beaumont a remonté cette limite extrême des couches nummulitiques jusque vers les sources de la Guisane, non loin de l'hospice du Lautaret.

(2) *Mém. sur la minér. du Dauphiné*, vol. II, p. 831, et pl. I, 1779.

(3) Peut-être ce nom de *Fondant* est-il une altération de *Faudon*?

(4) *Histoire, topographie, antiquités, etc., des Hautes-Alpes*, p. 564 et pl. 13 de l'atlas, in-8. Paris, 1834.

contemporaines de celles de Ronca, de Castel-Gomberto, etc., à l'est; enfin, qu'elles ne représentassent le terrain tertiaire inférieur (1). Sur 37 espèces de polypiers et de coquilles qu'indique la liste du savant zoologiste, nous en remarquons 24 déterminées spécifiquement, et sur ce nombre 7 sont nouvelles et 17 se trouvent dans les couches tertiaires des environs de Paris ou d'autres localités du même âge (2).

L'opinion précédente, émise devant la Société géologique de France (3), fut combattue par M. Élie de Beaumont (4) qui, en admettant que tous les fossiles provenaient de la même couche, pensa qu'on ne pouvait rien conclure de l'examen d'une seule localité, et que, si l'on réunissait tous les autres fossiles des divers points qui appartiennent à la même formation, laquelle s'étend des Basses-Alpes à Gênes, d'une part, et de l'autre aux Diablerets, dans le canton de Vaud, dans celui de Fribourg, etc., le plus grand nombre de ces fossiles se trouverait appartenir à des espèces différentes de celles des environs de Paris. Ces bancs coquilliers, placés à la base d'un grand ensemble de couches, reposent en beaucoup d'endroits sur la formation jurassique. L'examen d'autres fossiles, provenant aussi des Alpes occidentales, confirma peu après M. Deshayes (5) dans sa manière de voir, et donna occasion à M. Élie de Beaumont de se prononcer sur le parallélisme de ces mêmes dépôts avec la craie blanche du nord; et c'est en effet ainsi qu'ils furent représentés sur la *Carte géologique de la France*, publiée en 1841.

M. S. Gras (6) a donné la coupe suivante du mont Faudon, à partir des schistes marneux, noirs, jurassiques : 1° calcaire gris avec Nummulites et polypiers; 2° grès quartzeux peu épais; 3° calcaire à

(1) M. Deshayes dit, à cette occasion, que ce point est marqué sur la carte géologique de l'Europe, publiée par M. Boué, et sur l'esquisse de la distribution du terrain tertiaire, insérée dans les *Principes de géologie* de M. Lyell, mais nous l'avons cherché vainement sur l'une et l'autre.

(2) Un fragment de Pentacrine, qui paraît provenir d'une espèce secondaire, et qui s'est trouvé mélangé avec ces fossiles, sans doute par la personne qui les avait recueillis, ne peut altérer en rien leur signification géologique.

(3) *Bull.*, vol. IV, p. 381, 1834.

(4) *Ibid.*

(5) *Ibid.*, p. 424. — Voyez aussi : *Ibid.*, vol. VIII, p. 186, 1837.

(6) *Statistique minér. du dép. des Basses-Alpes*, in-8 avec carte. Grenoble, 1840.

Nummulites moins épais que le précédent; 4° schistes argilo-calcaires; 5° grès quartzeux à points verts; 6° calcaire gris à Nummulites très puissant; 7° marnes noires schisteuses, analogues à celles du lias, puis au-dessus de nouveaux grès et des calcaires tout à fait inaccessibles. On a vu que ces assises se représentaient au-dessus de Chaillol et de Saint-Bonnet; dans cette dernière localité les couches nummulitiques sont surmontées d'un conglomérat de fragments arrondis de gneiss, de schistes talqueux, de quartz et de calcaire compacte, enveloppés dans un ciment rougeâtre argilo-feldspathique. Ce poudingue s'enfonce sous une grande épaisseur de schistes argilo-calcaires et de grès qui composent les montagnes d'Orcières et de Châteauroux, et l'ensemble des couches de la formation nummulitique n'a pas moins de 1000 mètres d'épaisseur.

M. Bertrand Geslin (1) a fait aussi une coupe du mont Faudon et une autre du mont Queyrel près Saint-Bonnet; mais la première nous a paru différer un peu de celle de M. Gras. Toutes les assises nummulitiques constituent, sur ces deux points, un ensemble parfaitement lié et continu que l'auteur, d'accord avec M. Gueymard, rapporte au *grès vert* et non à la craie blanche, avec MM. Élie de Beaumont et S. Gras. Cette opinion n'étant appuyée sur aucune preuve zoologique, M. H. Michelin (2) croit au contraire que les trois quarts des fossiles mis sous les yeux de la Société géologique par M. Bertrand Geslin sont des espèces tertiaires, qu'il n'y a point parmi eux d'espèces crétacées, que les couches placées au-dessus de leur gisement ne renferment non plus aucune espèce secondaire, et que, par conséquent, l'ensemble du dépôt doit être regardé comme tertiaire.

Dans ses caractères minéralogiques, il nous a présenté une certaine ressemblance avec ce que nous avons vu autour d'Annot; mais les fossiles, quoique d'aspect essentiellement tertiaire, diffèrent assez de ceux des Basses-Alpes et du comté de Nice. Les couches sont certainement sur le même horizon géologique et ont dû faire partie du même rivage; néanmoins leur faune nous offre des modifications comparables à celles que nous avons signalées au pied du versant nord des Pyrénées. Nulle part nous ne voyons mentionnée, entre deux parties de la formation, de discordance semblable à celle du

(1) *Bull.*, vol. XII, p. 475; 1841 et pl. 12.
(2) *Ibid.*

département de l'Aude. Outre les espèces déjà citées au mont Fandon, nous y avons trouvé : l'*Operculina ammonea*, les *Nummulina biaritzana* et *discorbina*, et une très grande Natice probablement nouvelle, qui d'ailleurs n'y est pas rare (1).

De son côté M. R. Ewald (2), qui a été frappé aussi de l'analogie de ces couches avec celles de Ronca dans le Vicentin, y signale le *Cerithium Castellini*, la *Bulla Fortisii*, la *Cypricardia cyclopæa*, la *Mactra cyrena*, le *Mytilus corrugatus*, des Turbinolies, des Astrées identiques, etc., qui lui font ranger le tout dans la formation tertiaire inférieure. Ayant trouvé des foraminifères, voisins des Nummulites, associés à des rudistes, dans les couches crétacées des environs de Martigues et de l'étang de Berre, le même géologue semble disposé à admettre un niveau inférieur de Nummulites appartenant à la craie, et, au-dessus de celui dont nous parlons, un troisième niveau, ou niveau supérieur, déterminé par la présence de Nummulites dans des marnes et calcaires à Fucoïdes, et qui appartiendrait à la formation tertiaire moyenne. Ces faits particuliers, fussent-ils parfaitement démontrés, n'infirmeraient en rien la généralité de ceux qui caractérisent si essentiellement la formation nummulitique telle que nous la considérons.

Il est digne de remarque que cette formation si puissante et si étendue dans les Pyrénées et dans les Alpes n'a encore été observée nulle part entre ces deux chaînes, ou mieux entre le versant sud-est de la montagne Noire et les premiers contre-forts des Alpes, suivant une ligne N.-O., S.-E., tirée de Saint-Bonnet à Nice; car les fossiles cités dans l'Ardèche comme étant des Nummulites se sont trouvés être des Orbitolites ou des Alvéolines (3). Cette circonstance emprunte un nouvel intérêt des discussions auxquelles a donné lieu une partie des dépôts tertiaires de la Provence et du Dauphiné et de celles dont la formation nummulitique elle-même est encore l'objet. Si le grand triangle qui a pour base la

(1) D'Archiac, *Notes inédites*, 1845.

(2) *Quelques remarques sur les Nummulites, suivies d'une note de M. C. T. Catullo*. Padoue, 1848. — *Atti della ottava riun.*, etc., in-4, p. 625. Gênes, 1847. — C'est sans doute par erreur qu'une Sphérulite a été citée dans cette localité, personne n'en ayant trouvé avant M. Ewald, pas plus sur ce point que sur aucun autre de la formation.

(3) D'Archiac et Leymerie (*Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 13, 1845).

côté, depuis l'embouchure du Var jusqu'à Béziers, et dont le sommet se trouverait vers Grenoble ou vers Lyon, n'a point reçu de dépôts marins parallèles aux couches nummulitiques, y compris le macigno et les marnes à Fucoïdes, il faut que, dans toute cette étendue, le sol ait été complétement émergé, et formât un promontoire de craie, bordé par la mer nummulitique, ou bien que cette surface fût en partie occupée à l'est par des lacs d'eau douce, dont nous trouvons les sédiments reposant sur la craie. Dans l'une ou l'autre supposition, le relief du pays était certainement l'inverse de ce qu'il a été depuis le soulèvement des roches nummulitiques.

La première hypothèse s'accorde avec l'opinion qui range ces roches dans la formation crétacée, en tant que les couches inférieures de celles-ci avaient été soulevées antérieurement ; mais elle n'est pas pour cela incompatible avec celle qui les regarde comme tertiaires. La seconde est plus contestable parce que nous n'avons aucune preuve directe du parallélisme des dépôts lacustres, rapportés au terrain tertiaire inférieur par quelques géologues, dans cette partie de la France, avec les couches marines nummulitiques. Soit que l'on considère seulement le groupe des lignites du bassin d'Aix, ou bien tout le groupe gypseux qui vient au-dessus et qui s'étend en Savoie et en Suisse (*antè*, vol. II, p. 721-747 et 755-771), on ne possède point encore d'observations sur les rapports de ces deux systèmes d'origine différente. Néanmoins les caractères généraux de la stratification tendent à placer le groupe tertiaire du gypse après le soulèvement des dépôts marins nummulitiques, et le groupe très restreint, mais assez puissant des lignites du bassin d'Aix, serait alors le seul dont on pourrait admettre la contemporanéité avec ces mêmes dépôts marins. Cette conclusion, opposée d'une part à la classification adoptée pour la carte géologique de la France, y serait conforme de l'autre en ce qu'elle placerait nécessairement le groupe du gypse, avec ses poudingues et ses couches rouges, dans la formation tertiaire moyenne. Il nous suffit d'indiquer ici les questions qui résultent de l'état actuel de nos connaissances, et nous laissons à l'avenir le soin de les résoudre.

§ 2. Alpes de la Savoie.

Les couches nummulitiques que nous avons cessé de voir au nord-ouest de Briançon se trouvent séparées de celles de la Savoie

par l'énorme massif cristallin des montagnes d'Allevard ; allongées dans la direction du Mont-Blanc, et flanquées par de puissantes assises jurassiques. Au nord-ouest, les roches crétacées succèdent à ces dernières, et, aux environs des Déserts, à trois lieues au nord-est de Chambéry, la formation nummulitique se montre de nouveau bien développée et enclavée dans des escarpements de calcaires néocomiens et du coral-rag.

La partie inférieure est tantôt un calcaire jaune clair, tantôt un grès siliceux, blanc ou jaune, caractérisé par des Nummulites et d'autres fossiles (1), et la supérieure, ou le *flysch* des géologues suisses (2), une marne bleue, souvent feuilletée vers le haut, avec

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 620, 1844.

(2) Nous employons ici le mot *flysch* dans le sens que lui a donné M. Escher; mais nous croyons utile, pour éviter désormais toute méprise, de rappeler son histoire telle que l'a donnée M. Studer, avec une bonne foi qui fait infiniment d'honneur au caractère de ce savant (*Verhandl. der Schweiz. naturf. Ges. bis ihrer veram. zu Zolothurn*, 1848, p. 33; — *Bibl. univ. de Genève*, mai 1849; — *L'Institut*, 29 juillet 1849).

M. Studer proposa le nom de flysch, en 1827, dans deux mémoires sur la vallée de Simme (*Jahrb. de Leonhard* et *Ann. des sc. nat.*). C'était une dénomination locale qui désignait un *terrain calcaréo-schisteux* assez complexe, lequel, dans le Simmenthal, recouvre le calcaire de Portland. L'auteur adressa des fossiles de ce dernier étage à Alex. Brongniart, qui, par erreur, les attribua au flysch, et en conséquence, dans sa classification des terrains, rangea ce dernier avec les couches jurassiques supérieures. En 1828, M. Keferstein (*Teutschland*, vol. V, p. 559) donna ce nom à la presque totalité des Alpes calcaires arénacées et schisteuses, qu'il considéra comme formant un terrain unique représentant la formation crétacée inférieure du nord de l'Europe, et renfermant aussi toute la série des fossiles, depuis le calcaire carbonifère jusqu'au terrain tertiaire (*Naturgesch. des Erdkœrpers*, vol. I. p. 276).

Dans son *Mémoire sur les Alpes occidentales suisses*, publié en 1834, M. Studer reconnut, entre les lacs de Thun et de Genève, trois zones de *terrain marno-schisteux*, composées de roches presque identiques et renfermant les mêmes Fucoïdes, mais dont le parallélisme, cependant, ne lui paraissait pas évident : l'une, qu'il désigna sous le nom de *schistes et grès du Niesen*, semble plonger sous la chaîne de l'étage de Portland du Spielgarten ; la seconde, appelée *flysch*, fut le *terrain du Simmenthal* supérieur à cette chaîne ; et la troisième, ou *grès de Gurnigel*, était le *terrain supérieur* au calcaire de Châtel, ou étage d'Oxford, qui forme la limite extérieure de la région alpine.

MM. Studer et Escher (*Jahrb. de Leonhard*, 1834) reconnurent

du mica et des grains de quartz qui lui donnent peu à peu l'aspect de la mollasse. L'église des Déserts est bâtie sur ce grès qui plonge à l'E. Les empreintes de Fucoïdes se montrent dans toute la hauteur de la formation, et les polypiers abondent dans le conglomérat de la base. Plus à l'O., dans la chaîne du Nivolet, on la voit reposer aussi, et à de très petites distances, sur les couches néocomiennes ou jurassiques, comme nous l'avons vu dans la partie sud des Alpes. Les sables, assez développés par places, sont siliceux, blancs, très purs ou jaunâtres, et résultent de la désagrégation des grès à Nummulites ou de bancs meubles de la partie supérieure. Ils sont placés immédiatement sous le flysch.

M. H. Michelin (p. 626) regarde les grès à Nummulites des Déserts comme tertiaires et parallèles aux couches de Ronca et d'autres localités des Alpes vénitiennes; mais M. Ang. Sismonda les place à la base de la craie supérieure, comme on l'a vu pour les Alpes maritimes, et sur l'horizon des couches des Diablerets, qui sont aussi pour lui de la période crétacée. M. Agassiz, à cause des débris de poissons qu'on y a trouvés (*Lamna*, *Perca*, etc.), partage cette dernière opinion. M. Chamousset, qui connaît fort bien la géologie de la Savoie, a toujours vu le flysch recouvrant le cal-

---

aussi que dans l'Entlibuch un puissant massif de schistes marneux ou de grès à Fucoïdes, ne différant en rien, quant aux roches, du flysch du Simmenthal, recouvraient les couches nummulitiques de la chaîne crétacée du Nieder-Horn, du Schatten et du mont Pilate, et « à dater de cette époque, dit l'auteur, la confusion, qui était » jusque-là restée étrangère à la géologie des Alpes suisses, com- » mença à s'introduire dans nos propres publications. » M. Escher donna au mot *flysch* un sens géologique précis, en le restreignant aux roches schisteuses, arénacées, à Fucoïdes, qui, dans les Alpes et dans l'Apennin, recouvrent les dépôts à Nummulites; M. Studer de son côté, pour désigner l'ensemble des roches schisteuses arénacées qui, dans les Alpes, s'étendent entre les diverses chaînes calcaires et les massifs de gneiss et de protogine (Maurienne, Tarentaise, Valais, Grisons, etc.), trouvant décrites par les géologues italiens, sous le nom de *macigno* et d'*alberese*, les couches supérieures aux Nummulites, proposa le nom de *macigno alpin* pour le *flysch* de M. Escher, réservant ce dernier pour des roches pétrographiquement semblables au vrai macigno, mais dont l'âge et la véritable position restaient indécis. Enfin cette terminologie fut adoptée par lui à partir de 1846, tandis que, dans son mémoire sur les Alpes de Lucerne (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, 1838), il avait suivi celle de M. Escher.

caire à Nummulites. Les Fucoïdes, les Peignes, les poissons, sont les mêmes dans les deux étages, et les lignites d'Entreverne sont placés à leur jonction. Ce combustible est aussi exploité sur beaucoup d'autres points au même niveau.

En approchant de Thone, dit sir R. I. Murchison (1), on voit le calcaire à *Caprotina ammonia* d'Orb. former une crête sur le côté nord de la vallée, avec une direction N., S., et un plongement au S.-E. de 50° à 60°. Contre ce calcaire s'appuient successivement le gault, caractérisé comme partout dans les Alpes, puis un calcaire jaune, surmonté à son tour par un calcaire blanchâtre, compacte, avec silex et *Inoceramus Cuvierii*, Al. Brong. Celui-ci, lorsque l'on continue à s'élever, devient brun, puis, sans la plus légère discordance de stratification, les couches qui lui succèdent sont remplies de petites Nummulites (*N. Ramondi*). Plus haut ces bancs deviennent sableux, renferment des Peignes et sont recouverts de calcaires d'abord sableux, concrétionnés et avec polypiers, puis gris foncé, veinés de blanc et en bancs épais. Ces assises nummulitiques, si intimement liées à la craie par les couches inférieures, ne le sont pas moins avec celles qui les surmontent, c'est-à-dire avec les grès micacés, les marnes, les calcaires impurs et les conglomérats à écailles de poissons, représentant une portion du flysch des Alpes (*macigno alpin* de M. Studer). Ce sont ces mêmes roches qui aux Déserts constituent les bancs inférieurs du flysch et y recouvrent aussi le calcaire à Nummulites auquel elles font suite.

Une série de couches semblables s'observe encore dans la vallée de la Borne, entre Thone et Saint-Jean de Sixt. A la Sommerie, à l'est du Grand-Bornand, et dans une profonde dépression au-dessous de la montagne du Four, le lignite, partiellement exploité, est du même âge que celui d'Entreverne près d'Annecy, clairement intercalé dans la formation nummulitique (2), que celui des Diablerets et que celui de Pernant sur les bords de l'Arve, où il est associé aux Nummulites. Ainsi, même dans les environs du Mont-Blanc, il

---

(1) *Verhandl. d. Schweiz. naturf. Ges. versam. zu Zolothurn*, 1848, p. 29. — *Bibl. univ. de Genève*, mai, 1849. — *L'Institut*, 25 juillet 1849. — *On the geol. stucture of the Alps*, etc. Sur la structure géologique des Alpes, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 157. 13 déc. 1848 et 17 janv. 1849).

(2) Bakewell, *Travels in the Tarentaise*, vol. IV, p. 186. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 214. — Necker, *Bibl. univ. de Genève*, vol. XXXIII, p. 90.

existe une coupe qui, non seulement montre toute la série des roches crétacées, mais encore, suivant M. Murchison, leur passage lithologique à des roches nummulitiques inséparables à leur tour du véritable flysch. De sorte que l'indépendance de ces couches nummulitiques, d'une part de la formation crétacée, et de l'autre du macigno ou du flysch qui les recouvre, indépendance invoquée par M. A. Favre dans un mémoire dont nous parlerons tout à l'heure, n'existerait point dans cette partie de la Savoie, où des dislocations ne sont pas venues masquer les vrais rapports stratigraphiques. Le célèbre géologue anglais ne doute pas d'ailleurs que les assises nummulitiques ne soient entièrement distinctes de la craie sur laquelle elles reposent, et qu'elles ne soient le vrai représentant de la formation tertiaire inférieure (*eocène*) des Alpes.

Après avoir indiqué la position des deux chaînes des monts Vergys et de la Pointe-Percée, qui bordent la vallée du Reposoir, entre Cluse et Thone, ainsi que la direction de leurs couches qui se correspondent en inclinant en fond de bateau vers l'axe de la vallée, M. A. Favre (1) a montré que le milieu de cette dernière était occupé par un massif appelé la *montagne des Anes*, dont l'élévation égale presque celle des chaînes latérales. Ces dernières sont composées, vers leur centre, de couches jurassiques, régulièrement recouvertes, de chaque côté, par les deux étages néocomiens, au-dessus desquels viennent le *grès vert* ou gault, par places des calcaires représentant celui de *Seewen*, puis le calcaire à Nummulites, et le flysch, alternant avec le grès de Taviglianaz, des cargneules, des calcaires rouges et une roche de quartz subordonnée. Des deux côtés de la vallée toutes ces assises semblent plonger sous la montagne des Anes placée au milieu et composée de calcaires grisâtres et jaunâtres, avec des Ammonites, des Bélemnites et d'autres fossiles probablement jurassiques. A ce sujet, le savant professeur de Genève rappelle d'autres exemples de superposition aussi singuliers, dont nous parlerons ci-après, mais qui, pour n'être pas toujours explicables, dans l'état actuel de nos connaissances, lorsqu'on prend en considération les phénomènes qu'a éprouvés cette région des Alpes, ne nous paraissent pas pour cela de nature à impliquer une contradiction réelle avec les lois généralement admises.

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 476, 1849. — *Bibl. univ. de Genève*, juin 1849. — *Verhandl. der Schweiz. naturf. Ges. bis ihrer versam. zu Zolothurn*, p. 26, 1848.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

DE BUCH. — Entreveernes et sa mine de charbon. *Mag. d. Ges. naturf. Fr. zu Berlin*, 1807, vol. I, p. 23. — *Taschenb. f. Min.*, 1808, vol. II, p. 253. — *Alpina*, 1809, vol. IV, p. 63. — *Moll's N. Jahrb. d. Berg. und Hüttenk.*, 1812, vol. II, p. 191.
BERGER. — Faucigny, *Journ. de physique*, 1807.
BEUDANT. — Entreveernes, 1819. — *Voy. en Hongrie*, vol. III, p. 256, 1822.
BUCKLAND. — *Formationen Reihe. Ann. of philos.*, 1820 (*Journ. de phys.*, 1821, vol. XCIII, p. 36).
BILLIET. — Chambéry (*Mém. de la Soc. acad. de Chambéry*, 1825, vol. I, p. 135). — *Bull. de Férussac*, 1828, vol. XIV, p. 35.
DELUC (André). — Les Fiz (*Bibl. univ. de Genève*, fév. 1825).
RENDU. — *Aperçu géologique sur la vallée de Chambéry*, etc. Chambéry, 1825.
CHAMOUSSET. — Chambéry, *Act. Soc. helvét. sc. nat.*, 1845, p. 99.
MOUSSON (Alb.). — Aix en Savoie, *N. Denksch. d. allg. Schweizer, Gesellsch. f. d. ges. Naturwiss.*, 1846.

§ 3. Alpes de la Suisse.

En 1834, M. Studer exposa (1), dans un profil fait à travers les alpes de Lucerne, que le calcaire à Nummulites était recouvert par un grès siliceux, passant au quartzite, et celui-ci par une masse très puissante de schistes à Fucoïdes. Il fit en outre ressortir l'analogie de cette série avec celles du mont Faudon (Hautes-Alpes) et du lac de Lauzanier. Dans sa *Géologie des Alpes suisses occidentales* (2), le même géologue a décrit en détail ce qu'il nommait alors le *terrain nummulitique alpin*. La carte jointe au mémoire montre son extension non interrompue entre les lacs de Genève et de Thun, et l'on trouve indiqué dans le texte son prolongement à travers la Suisse jusque dans les Alpes de l'Autriche. D'après leurs fossiles aux Diablerets, au Ralligstœcke, dans le canton de Schwitz, etc., il regarde ces couches comme tertiaires, ou comme formant un passage entre les terrains secondaire et tertiaire Mémoires de M. Studer.

(1) *Neu. Jahrb.*, 1834, p. 505.
(2) 1834-35. — B. Studer et Arn. Escher, *Sur la structure géol. des Alpes de Lucerne* (*Neu. Jahrb. cah.* v., 1835. — *L'Institut*, 3 juin 1835.

(p. 213), et il insiste particulièrement sur la liaison intime qu'il croit avoir reconnue avec le grès vert (gault) de la montagne des Fiz, dont les fossiles se trouvent, dit-il, avec les Nummulites, dans la même masse de schistes et de calcaires. La concordance parfaite de ces deux systèmes ressortirait encore des fossiles recueillis par M. Lusser (1). Tous ces faits, qui ont mis en évidence la position relative du calcaire à Nummulites et du flysch ou schiste à Fucoïdes, pour toute la chaîne des Alpes, entre Lucerne et la Méditerranée, ont été confirmés par les observations de M. Studer (2) sur les montagnes des Davos (canton des Grisons).

Dans sa coupe du Sentis, ce dernier géologue (3) indique des grès à Fucoïdes (*F. intricatus*, *æqualis* et *Targioni*), et au-dessous le calcaire à Nummulites avec des grains verts abondants et beaucoup de fossiles de formes tertiaires, semblables à ceux du Kressenberg, de Bassano, de Sonthofen (Bavière). Ces deux assises, distinctes des roches calcaires qui constituent particulièrement les coteaux, reposent sur des calcaires compactes, schistoïdes, alternant avec des lits d'argile et de calcaire rouge (*seewerkalk*), puis vient plus bas un sable vert noirâtre, fossilifère, appartenant au gault des Fiz et de la perte du Rhône.

M. Studer, qui, dans ses premiers aperçus, semblait vouloir se rattacher à l'opinion d'Alex. Brongniart, s'en était séparé complétement dans la coupe précédente, en plaçant le flysch et le calcaire à Nummulites dans la formation crétacée ; et nous le voyons persister à cet égard dans son *Mémoire sur la carte géologique des chaînes calcaires et arénacées., entre les lacs de Thun et de Lucerne* (4), où il établit la série suivante dans la formation crétacée des Alpes, en allant de haut en bas : 1° flysch ou schistes et grès à Fucoïdes; 2° grès et calcaires à Nummulites; 3° calcaires à Hippurites; 4° calcaires et schistes noirs avec Spatangues et Exogyres. Deux membres très importants de la formation dans d'autres parties de la Suisse, mais peu ou point développés dans celle-ci, sont, sous les grès et les calcaires à Nummulites, à l'est du lac de Lu-

(1) Studer, *Sur les Alpes calcaires du canton d'Uri* (*Neu. Jahrb.*, 1836).

(2) *Nouv. mém. de la Soc. helvétique des sc. nat.*, vol. I, 1837. — *Neuchâtel*, 1 carte et 3 pl. de coupes.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1838. — *Bull.*, vol. X, p. 105, 1839.

(4) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 384, 1839, avec carte et coupes.

cerne et dans le canton d'Appenzell, le *calcaire de Seewen*, compacte, gris-clair, ressemblant à la scaglia du versant sud des Alpes, et, au-dessous, des lambeaux de grès vert avec les nombreux fossiles des Fiz, etc., de l'horizon du gault. Nous ne nous occuperons ici que des deux premières divisions, rangées par l'auteur dans la *craie des chaînes extérieures.*

Le flysch, dit-il, occupe un espace considérable entre la chaîne du Hohgant et le mont Pilate d'une part, les Brienzergræte et la vallée de Sarnen de l'autre; il est formé de schistes marneux et calcaires gris-foncé et de grès plus ou moins fins, calcaires ou marneux, bruns ou noirâtres, passant d'une part à un calcaire compacte, argileux et sableux, de l'autre à un grès quartzeux. Dans la vallée de Habkeren on remarque des blocs de granite rose, enveloppés dans le flysch, différents des granites alpins, et que M. Studer compare à ceux de Bolghen, en Bavière, et au conglomérat de serpentine qui renferme le même granite rose, près de Vianino, dans l'Apennin de Parme. Les fossiles de cet étage, qui n'est pas recouvert, sont les trois Fucoïdes si souvent cités. Sur la pente septentrionale des montagnes il recouvre le grès à Nummulites; mais dans d'autres parties, comme au nord du Hohgant, sa superposition devient incertaine par suite de plongements inverses. Dans l'Entlibuch et du côté de Lucerne, la difficulté de distinguer du flysch la mollasse dure et compacte ne permet pas non plus de préciser ce qu'il devient dans cette direction.

(P. 387). Le calcaire et les grès à Nummulites sont développés dans les chaînes qui séparent la mollasse de la grande masse du flysch de Habkeren et du pays d'Obwalden. Cet étage se compose de schistes marneux bruns, gris-foncé, peu durs, d'un calcaire brun ou gris-foncé, compacte ou écailleux, souvent impur, avec grains de quartz et passant à un grès plus ou moins fin, tantôt à ciment calcaire, tantôt quartzeux, et constituant alors un quartzite compacte, gris-blanc ou jaune-brun. Par places les grains verts sont assez abondants. Sur les hauteurs de Beatenberg et de Habkeren, il y a des amas et des couches de combustible exploités depuis longtemps. L'espèce de Nummulite la plus abondante ressemble à la *N. lævigata*, et d'autres sont beaucoup plus grandes, ou bien petites et bombées (*N. complanata* et *N. Ramondi*) (1). Sur les crêtes du Ral-

(1) M. Murchison ayant eu l'obligeance de nous communiquer les échantillons parfaitement étiquetés des Nummulites qu'il a recueillies

lingen, au Niederhorn, à Gemmen Alp et au Seefeld, au-dessus de Beatenberg, il y a des coquilles d'apparence tertiaire et présentant la plus grande analogie avec celles des Diablerets qui, en effet, se trouvent, dit l'auteur, comme celles des Alpes autrichiennes, sur le même horizon géologique (*Ampullaria*, *Melania*, très voisine de la *M. costellata*, *Turritella*, *Cancellaria*, *Cytherea*, *Corbula*, *Ostrea flabellula*, *Plicatula aspera*). Les grès et calcaires à Nummulites reposent ici sur des calcaires gris-brun, écailleux, avec Hippurites.

On rencontre encore vers le haut de la chaîne du Titlis (p. 393), et recouvrant des assises *jura-liasiques*, des alternances de grès, de calcaires et de schistes, avec des nids de grès vert. A la partie inférieure de ce système de couches est un lit de schiste carburé, et plus haut se montrent de nombreux fossiles ayant les plus grands rapports avec ceux des Diablerets. Le savant professeur de Berne y cite, mais toujours avec doute, *Nummulina planulata*, *Melania costellata*, *Cerithium Diaboli*, une Ampullaire identique avec une espèce des Diablerets, un *Cardium* très voisin du *C. productum*, Sow., un autre *Cardium*, une *Astarte*, une *Pholas*, une *Turbinolia*, voisine du *Trochocyathus sinuosus* et le *Lithodendron granulosum*, semblable à celui des dépôts parallèles de l'Abtenau. Ainsi, dit l'auteur, ou ces roches de la chaîne du Titlis représentent réellement l'étage supérieur de la craie, qui sur ce point recouvrirait immédiatement les dépôts jurassiques, ou bien les fossiles d'apparence tertiaire n'appartiendraient pas exclusivement à l'étage supérieur ou au calcaire à Nummulites.

Il est évident pour nous que la première supposition est la seule vraie, quant à la position stratigraphique de ces couches à Nummulites; mais cela n'implique pas nécessairement leur liaison avec la craie, comme l'admit encore M. Studer, en 1842, dans son *Aperçu général de la structure géologique des Alpes* (1). Il dit en effet que les calcaires arénacés noirâtres, les grès quartzeux et les schistes rugueux qui recouvrent les chaînes calcaires les plus voisines des massifs de gneiss, et forment une grande partie des montagnes situées en dehors de ces chaînes, semblent appartenir aux étages les plus récents de la formation crétacée alpine. Les fossiles les plus fréquents sont des Nummulites, Cérites, Ampullaires, Huîtres, Turbinolies, etc. Les Ammonites et les Bélemnites y manquent

---

dans ses voyages, nous avons pu rectifier la dénomination des espèces, pour beaucoup de localités.

(1) *Bibl. univ. de Genève*, mars 1842.

presque complétement (1). Le calcaire à Nummulites constitue la masse supérieure de la dent de Morcle et des Diablerets, et se suit par les cols de Sanetsch, de Rawyl et de la Gemmi, jusqu'à la partie supérieure du lac de Thun, puis dans la chaîne de Brienz, sur celle de Gadmen, dont le Titlis fait partie, dans les montagnes de Schwitz et de Glaris, et entre ce dernier canton et le Rhin antérieur. Un dépôt de schistes gris, souvent très épais, s'étend dans beaucoup d'endroits sur le calcaire à Nummulites. Ces roches, semblables au véritable flysch du Valais et des Grisons, renferment aussi pour seuls fossiles des Fucoïdes très voisins du *Fucoides intricatus*. C'est ici que l'auteur propose pour ces schistes le nom de *macigno alpin*; mais nous leur conservons celui de *flysch*. Ils sont développés simultanément avec les calcaires à Nummulites dans les montagnes qui traversent les cantons d'Appenzell, de Schwitz, d'Unterwald, de Berne, du Valais, pénétrant par le Buet et les Fiz dans la Savoie et le Dauphiné. Sous les calcaires à Nummulites vient, comme on l'a dit, dans les cantons d'Appenzell et de Schwitz, le calcaire que M. Escher a désigné par le nom de *calcaire de Seewen*.

Mais en reprenant ce sujet l'année suivante, dans une lettre adressée à M. Bronn, M. Studer (2) dit que, si l'on ne voulait point placer dans le terrain tertiaire la plus grande masse des Alpes calcaires et schisteuses de la Suisse, on serait réduit à regarder aussi comme crétacé le *terrain du calcaire grossier de Paris*, les fossiles de ce dernier étant en grande partie identiques avec ceux des couches à Nummulites des Alpes qui, réunies au flysch placé au-dessus, atteignent peut-être une puissance de plusieurs milliers de mètres. D'un autre côté, les poissons des schistes de Glaris avaient déterminé M. Agassiz (3) à ranger ces mêmes schistes dans la craie; mais comme, sur 41 espèces décrites, aucune n'est signalée ailleurs dans des couches incontestablement crétacées, la conclusion déduite des ichthyolites n'est plus qu'un argument négatif; d'ailleurs elle ne repose que sur des analogies de genre, dont nous parlerons plus

(1) Cette restriction de l'auteur provient sans doute de quelques coquilles de ces deux genres, qui auront été rapportées à tort aux couches à Nummulites, où leur présence n'a jamais été authentiquement constatée.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1843, p. 307. — Nous reproduisons ici les termes dont s'est servi M. Studer dans une lettre qu'il nous a fait l'honneur de nous adresser au mois d'avril 1848.

(3) *Tableau général des poissons fossiles*, in-4. Neuchâtel, 1844.

loin. Nous en dirons autant d'un oiseau de l'ordre des passereaux, trouvé aussi dans ces schistes, et qui, par un raisonnement semblable, avait fait remonter l'apparition des animaux de cette classe à la période secondaire (1). La paléontologie, considérée ainsi, ne pourrait qu'égarer le géologue: c'est l'ensemble de l'organisme d'une période qu'il faut savoir embrasser dans le temps et dans l'espace, car les faits locaux ou particuliers ne sont que des pierres d'attente dont il ne faut jamais se hâter de tirer une conclusion.

Observations diverses.

M. Brunner (2) a comparé aussi les couches nummulitiques du lac de Thun avec celles des Diablerets. La *Nummulina Ramondi* est commune aux deux localités où se trouvent encore les mêmes Cérites, *Chemnitzia*, etc., tandis que la *Neritina Fischeri* de Thun est à peine distincte de la *N. lineolata* Desh., des environs de Paris. M. Rutimayer, dans ses *Recherches géologiques et paléontologiques sur le terrain nummulitique des Alpes bernoises* (3), pense (p. 15) que les dépôts nummulitiques de la Suisse doivent être rangés dans le terrain tertiaire, ainsi que le macigno qui est au-dessus, le grès de Gurnigel, de Rallingen et de Taviglianaz. Il annonce la présence de fossiles secondaires parmi les Nummulites, mais sans citer les espèces ni les localités, et son examen comme sa classification des Nummulites font regretter qu'il ne se soit pas occupé davantage des travaux antérieurs si nombreux sur le même sujet; il y aurait vu, et cette observation s'applique également au travail de M. Schafhäutl (4), aussi bien qu'à celui de M. Chr. Burkhardt (5), qu'il y a très peu d'espèces de Nummulites qui ne soient connues depuis longtemps, et que ce qui reste à faire à leur égard, pour la Suisse comme pour d'autres pays, est bien plutôt de comparer ce qui a été publié, de retrancher les doubles ou triples emplois, les rapprochements erronés, les corps qui appartiennent à d'autres classes ou à d'autres genres, etc., que de proposer de nouveaux noms qui ne font qu'accroître la confusion parmi ces coquilles.

M. Escher de la Linth (6) rapporte à la formation crétacée le flysch

(1) *Verhandl. d. Schweiz. bis ihrer Versaml. zu Bern*, 1839, p. 50. — P. Gervais, *Remarques sur les oiseaux fossiles* (*Thèse de géologie*. Paris, 1844).

(2) *Beiträge zur Kenntniss der Flysch und Numm. Form.* (*Mittheil. d. naturf. Ges. zu Bern*, 1847).

(3) *Bibl. univ. de Genève*. 1848.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 416.

(5) *Sur les Nummulites de Schwitz* (*Bericht uber die Verhandl. der naturf. Ges. in Basel*, vol. VII, p. 71, 1847).

(6) *Gebirgs-Kunde des Kanton Glarus*. Géologie du canton de

avec Fucoïdes du canton de Glaris et les ardoises de Platenberg qui en font partie ; il y rapporte aussi les couches à Nummulites qui sont des grès verts et des schistes argileux avec des Peignes, des Cônes et la *Gryphæa expansa*, Sow. (*Ostrea vesicularis*, Lam.). Au-dessous viennent les calcaires de Seewen ou craie à *Inoceramus Cuvieri*, Sow., *Ananchytes ovata*, Lam., plus bas l'assise avec *Turrilites costatus*, Sow., *Ammonites navicularis*, Mant., *Inoceramus concentricus*, Sow., *I. sulcatus*, id., etc., les calcaires à Hippurites et à *Caprotina ammonia* d'Orb., et enfin le calcaire néocomien inférieur. Le pays situé entre le Todi et le Titlis est resté émergé depuis la fin de la période jurassique jusqu'aux premiers dépôts nummulitiques, car ceux-ci reposent directement sur les couches jurassiques (1).

Dans la plus grande partie de la vallée de Sernft et de la Linth, le sol est formé de schistes marneux et de grès, caractérisés par des Nummulites et des Fucoïdes (*F. intricatus*, *Targioni* et *æqualis*), et par les poissons du Blatenberg qui paraissent appartenir au groupe nummulitique et au macigno. *Au-dessus* est un calcaire avec des Bélemnites et une Ammonite voisine de l'*A. polyplochus*, Rein., appartenant à la formation jurassique moyenne et recouvrant les schistes du macigno, le long de la limite méridionale de la chaîne, sur une étendue de 3 lieues de large et de 20 lieues de long. Cette chaîne jurassique, supérieure à la formation nummulitique, est surmontée partout de schistes quartzo-talqueux et de conglomérats rouges; aussi M. Escher (2) en conclut-il un renversement total des couches.

Si nous continuons à tenir compte des vues générales émises sur les strates nummulitiques de la Suisse, nous trouverons que M. de Charpentier (3) a constaté leur concordance avec les assises crétacées sous-jacentes, et qu'il a placé constamment au-dessus le flysch et le grès de Gurnigel avec Turbinolies, *Cerithium Diaboli*, etc. M. L. Pareto (4), qui admet plusieurs zones de Nummulites, rapporte à la zone moyenne celle qui, située sous le macigno et les calcaires à Fucoïdes, s'étend des environs de Nice jusqu'à l'extrémité nord de

---

Glaris, in-12, 41 pages, avec carte géol. et coupes (Extr. *Der Kanton Glarus*, par Oswald et J. J. Heer. Saint-Gall, Berne, 1846. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1125, 1847).

(1) Escher, *Atti della ottava riun.*, etc., in-4, p. 625. Gênes, 1847.
(2) *Ibid.*, p. 627.
(3) *Atti della ottava riunione*, etc., in-4, p. 644. Gênes, 1847.
(4) *Ibid.*

la Suisse, comprenant ainsi les environs de Næfels et les pentes du Rigi, tandis que pour M. Ewald (1) les Nummulites de la Suisse, inférieures au macigno, sont toutes tertiaires, ainsi que les couches à Fucoïdes.

Mémoires de M. A. Favre. Quoique le calcaire de Seewen, développé dans la Suisse centrale, ne manque pas absolument dans les Alpes occidentales ni dans celles de la Savoie, comme on l'avait pensé d'abord, il ne s'y trouve cependant que sur un petit nombre de points. M. A. Favre (2) insiste particulièrement sur le contact immédiat des calcaires à Nummulites et du grès vert (gault) aux Diablerets, de telle sorte que les fossiles même y sont mélangés. Cette circonstance nous donne une nouvelle preuve du non parallélisme des couches nummulitiques et des couches les plus récentes de la craie, et par conséquent d'un changement survenu dans la répartition des eaux entre l'une et l'autre période, ce qui n'empêche nullement leur concordance sur d'autres points et leur participation ultérieure aux mêmes bouleversements (3).

Nous avons déjà indiqué plusieurs gisements de combustible dans la formation qui nous occupe; ils sont exploités dans diverses localités, qui sont, en allant du N.-E. au S.-O., la chaîne du Titlis, à la limite des cantons de Berne et d'Unterwald, les hauteurs de Beatenberg et d'Habkeren, au nord du lac de Thun, et le Mittaghorn au sud de Frutigen. Aux Diablerets le charbon est associé avec des fossiles marins (*Cerithium Diaboli*, etc.); à la mine de Pernant, sur la rive droite de l'Arve, près d'Arrache, la couche fossilifère se trouve au dessous et au contact du vrai calcaire à Nummulites dont elle fait essentiellement partie; enfin la mine du petit Bornand, près de Bonneville, et celle d'Entreverges, sur la

---

(1) *Atti della ottava riun.*, etc., in-4, p. 644. Gênes, 1847.

(2) *Observations sur la position des terrains des Alpes suisses occidentales et des Alpes de la Savoie* (*Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 996, 1847. — *Suppl. à la Bibl. univ. de Genève. Arch. des sc. phys. et nat.*, n° 18).

(3) Cette assertion, qui semble paradoxale au premier abord, est cependant d'accord avec les faits les mieux constatés. C'est ainsi qu'un bouleversement qui aurait d'un seul coup disloqué tous les dépôts tertiaires du bassin de la Seine n'empêcherait pas que le calcaire lacustre moyen qui, vers l'E., recouvre transgressivement le calcaire grossier et les sables inférieurs, n'ait été déposé dans des circonstances tout à fait différentes de celles où se sont formés ces deux derniers groupes marins, et quoique vers le centre du bassin leur stratification soit parfaitement concordante.

rive méridionale du lac d'Annecy, forment, avec les précédentes, huit gisements alignés à peu près parallèlement aux Alpes, et qui prouvent qu'il s'était déposé, pendant la période nummulitique, des amas de végétaux charbonneux fort étendus, disloqués et plus ou moins dénudés ensuite.

M. Favre, qui, ainsi qu'on vient de le dire, admet que le calcaire à Nummulites a partagé toutes les dislocations qui ont donné à la formation crétacée son relief actuel, a reconnu aussi qu'il est indépendant, par son gisement, des couches crétacées sous-jacentes. On a déja vu en effet qu'il reposait sur la craie, sur la craie tufau, sur le gault, sur le calcaire à Caprotines, sur l'étage néocomien inférieur, sur les calcaires jurassiques de Portland, sur l'étage d'Oxford, sur le lias et même sur des couches plus anciennes. Quelles meilleures preuves pourrait-on donner de son indépendance stratigraphique?

Le flysch ou macigno est formé de grès fins, micacés ou talqueux, de grès grossiers, de schistes ou de brèches calcaires, ressemblant beaucoup, sur certains points, aux roches du lias. Vers le tiers de sa hauteur se montrent des cargneules et des gypses en couches; il y a des écailles de poissons, mais point de Nummulites. Ce macigno serait parallèle à celui d'Italie, et constituerait un étage indépendant aussi des calcaires à Nummulites, parce qu'entre Saint-Jeoire et Samoens (Savoie) il s'étend sur la rive gauche du Giffre, s'appuyant au N.-O. sur des couches jurassiques, et au S.-E. sur les calcaires à Nummulites, qui à leur tour recouvrent le calcaire à *Caprotina ammonia*. Ainsi les calcaires à Nummulites et le macigno seraient non seulement indépendants tous deux de la craie, mais encore indépendants l'un de l'autre.

Au-dessus de Tanninge, à la pointe de Marcely, l'étage du flysch ou macigno n'a pas moins de 1280 mètres d'épaisseur; or, ayant subi toutes les dislocations auxquelles est dû le relief actuel des Alpes, on voit, dit M. Favre, qu'il faudrait probablement, pour avoir la vraie hauteur qu'ont atteinte plusieurs des districts calcaires de ces montagnes, ajouter à l'élévation actuelle des aiguilles et des pics qui les couronnent, l'épaisseur des couches nummulitiques et du macigno qui ont été détruites. Enfin, le savant professeur de Genève (1) a encore distingué, sous le nom de *calcaire du Chablais*, un calcaire brèche, noirâtre, dont la puissance n'a pas moins de 1500

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 50, 1849. — *Verhandl. der Schweiz naturf. Gesell. bis ihrer Versaml. zu Zolothurn*, 1848, p. 29.

mètres, et qui occupe un espace considérable dans les montagnes de la rive droite de l'Arve. Il est disposé en fond de bateau, redressé du côté du S. où il recouvre le calcaire à Nummulites, horizontal vers le centre et relevé au N., où il est au contact des couches jurassiques supérieures. Ce serait un énorme dépôt parallèle au flysch, mais avec des caractères pétrographiques tout à fait différents.

Si nous ajoutons à ce qui précède que sur la *Carte géologique de l'Allemagne, de la France et de l'Angleterre* (1), par M. de Dechen, la formation nummulitique de cette partie des Alpes suisses et de la Savoie a été complétement omise, comme presque toute la formation crétacée, et qu'il en a été de même sur la *Carte géognostique des États autrichiens* (2), par M. Haidinger, tandis qu'on trouve ses limites fort bien tracées sur la *Carte géologique de la France* (3) de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, où elle est représentée avec la teinte affectée à la craie supérieure, on pourra se faire une idée assez exacte de l'état de la science à cet égard lorsque sir R. Murchison vint apporter à cette longue controverse le fruit de son expérience et de ses vastes études.

Mémoire de M. Murchison. On a vu que ce savant avait reconnu dans la vallée de Thone en Savoie la superposition régulière des couches à Nummulites à la craie, mais, comme nous l'avons dit aussi avec M. Favre, cette superposition ne suffit pas pour établir la continuité géologique absolue des deux dépôts, continuité qui en effet n'existe pas. Poursuivant ses recherches au N.-E. (4), le célèbre auteur du *Système silurien* nous montre le flysch et les couches à Nummulites très développées sur le sommet de quelques unes des plus hautes et des plus inaccessibles montagnes calcaires au nord-est, au nord et à l'ouest du Mont-Blanc. Ces assises couronnent la Dent

---

(1) Une feuille. Berlin, 1839.
(2) Une feuille. Vienne, 1846.
(3) Six feuilles. Paris, 1841.
(4) *On the geol. structure*, etc. Sur la structure géol. des Alpes, des Apennins et des Carpathes, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London.*, vol. V, p. 187, déc. 1848 et janv. 1849, n° d'août 1849). — Le lecteur pourra trouver dans ce qui suit quelques répétitions avec ce qui a déjà été dit; mais nous avons préféré ce faible inconvénient à l'obscurité qui serait résultée de la suppression de certains passages déjà connus. Nous sommes aussi obligé de donner par avance quelques détails sur la formation crétacée, parce que c'est de ses relations avec les couches à Nummulites que diverses opinions ont tiré leurs arguments.

du Midi et les Diablerets, à des altitudes de 3200 à 3255 mètres. Sur ce dernier point il signale, outre les *Nummulina Ramondi* et *biaritzana*, les *Cerithium Diaboli*, *elegans* et *polymeres*, une *Ampullaria*, une *Chemnitzia* et la *Melania costellata*. Il rappelle ensuite les gisements de charbon dont nous venons de parler, et dont la présence indique une grande analogie entre les deux versants des Alpes, puisque nous retrouverons ce même combustible exploité dans les couches inférieures des roches nummulitiques du Vicentin, entre Vicence et Recoaro, et au Mont-Bolca, où elles sont incontestablement au-dessus de tous les dépôts crétacés.

Cantons de Berne, de Lucerne et de Schwitz.

Au Beatenberg, près de Thun, les couches à Nummulites reposant sur le calcaire néocomien sont recouvertes par le flysch. La zone calcaire avec Nummulites, Orbitolites, Operculines et d'autres coquilles, surmontée d'une masse puissante de flysch (calcaire impur, grès et schistes), s'étend du Beatenberg et du Habkeren à Alpnach, parallèlement au grand axe des Alpes de la Suisse, dirigé O.-S.-O., E.-N.-E. Elle occupe un espace élevé entre les grandes chaînes calcaires du Hohgant, du Sernberg et du Pilate au N.-O. et les chaînes qui flanquent les lacs de Brienz et de Sarnen au S.-E., le Stanzhorn formant la contre-partie du Pilate.

(P. 191.) La masse de cette dernière montagne est composée de calcaire à *Caprotina ammonia;* mais non loin du sommet d'Esel, dans une gorge à l'est du Pilate, on remarque des grès verdâtres et des grès calcarifères avec *Pecten* et d'autres coquilles semblables à celles qui ailleurs accompagnent les Nummulites, plongeant rapidement sous une grande épaisseur de schistes, de grès micacés et de calcaires impurs ou flysch. Ici ces deux systèmes de couches, quoique parfaitement liés, sont enclavés, à stratification tout à fait discordante, entre deux murs de calcaires néocomiens supérieurs, recouverts par le *calcaire de Sewer* (craie à Inocérames) au-dessus duquel viennent les couches à Nummulites et le flysch.

De Brunnen à Schwitz, le long du rivage oriental du lac de Lucerne, la série des assises est plus régulière encore et plus évidente. A partir du lac de Lowerz au nord de Seewen, le calcaire néocomien inférieur et les argiles schisteuses sont recouverts par le calcaire néocomien cristallin supérieur, en bancs puissants avec *Caprotina ammonia*, d'Orb., *Hippurites Blumenbachi*, polypiers, échinodermes, etc., et auquel succèdent des couches meubles, peu épaisses, caractérisées par les fossiles du gault, puis le *calcaire de Seewen* (Studer, *Sewer-Kalk*, Escher, calcaire à Inocérames ou

mais M. Murchison, considérant leur position géologique et leur association avec les dépôts nummulitiques, n'hésite pas à les placer dans le terrain tertiaire inférieur, et peut-être sur l'horizon de la base de l'argile de Londres. L'étude des ichthyolites paraît même n'avoir rien de contraire à cette conclusion. Ainsi les *Palæorhynchum*, les *Acanus*, les *Podocys*, etc., sont, à la vérité, des genres éteints, mais qui n'ont encore été rencontrés dans aucun dépôt crétacé, tandis que les *Fistularia*, les *Vomer*, les *Osmerus* et les *Clupæa* sont des genres encore vivants et sans représentants dans le terrain secondaire. Nous avons dit qu'outre les 41 espèces de poissons déjà décrites, et qui n'ont point été signalées ailleurs, les schistes de Glaris avaient aussi offert un oiseau (*Protornis glariensis*, H. de Meyer) et une Tortue (*Chelonia Knorii*, id.). Il n'y aurait donc pas plus de difficulté, même en ne considérant que les fossiles, à regarder comme tertiaires ces couches à poissons, que les schistes et le flysch des Diablerets. Nous avons rappelé plusieurs fois cette dernière localité, parce qu'elle a souvent servi de repère ou de point de comparaison pour le versant occidental de Alpes.

Cantons de Saint-Gall, d'Appenzell et des Grisons.

M. Studer avait déjà montré que, dans les Grisons, des portions considérables de flysch avaient été converties en roches cristallines de l'aspect du gneiss; mais, quelles que soient les irrégularités des couches et le métamorphisme qu'elles ont éprouvé, elles n'en conservent pas moins leurs véritables relations entre la vallée du Rhin et les bains de Pfeffers. Dans la gorge de la Tamina, au sud de ces bains, on voit clairement toute la série, depuis l'étage jurassique d'Oxford jusqu'aux roches nummulitiques, et il en est de même dans les coupes de la rive septentrionale du lac de Wallenstadt, dans le Hoher-Sentis et dans les parties élevées du canton d'Appenzell.

On a vu aussi que, dans celui de Glaris, M. Escher avait réuni les couches nummulitiques et le flysch à la craie, et, si l'on va de Mels, près Sargans, à Wallenstadt et à Wesen, on rencontre une série ascendante complète, à partir du conglomérat de Sernft qui passe sous le grand escarpement de la chaîne du Kurfürsten, composé de calcaires jurassiques inférieurs et moyens et des trois divisions de la formation crétacée. On retrouve cette série sur la rive septentrionale du lac de Wallenstadt, dont les montages sont le prolongement occidental du Kurfürsten. Au nord de Wildhaus, les calcaires nummulitiques et le flysch, disposés en bassin avec une inclinaison inverse, ou au S., reposent aussi sur le calcaire à Inocérames, auquel

succèdent, en descendant, le gault et les calcaires néocomiens qui forment les principaux sommets du Hober-Sentis. Cet ensemble de montagnes, qui atteint près de 3000 mètres d'élévation, et qui constitue le contre-fort le plus remarquable de la zone extérieure des Alpes, est très instructif par le développement de toutes les assises crétacées qu'on y observe.

Sur le flanc septentrional du Kamor, au nord-est du groupe et sur le Fähnern situé au delà, des coupes naturelles mettent à découvert la suite des strates supérieurs à la craie. Au petit hameau de Eggerstand, la roche à Nummulites (*N. biaritzana*, *moneta* et *perforata?*) qui ressemble à une variété de flysch, passe à une marne sableuse à grains verts, associée à un schiste bleu foncé avec *Ostrea vesicularis*, qui se trouve plus à l'E. dans la même position. Nous reviendrons sur cette marne sableuse, parce que M. Murchison la regarde comme marquant le passage du terrain secondaire au terrain tertiaire. Lorsqu'on s'élève vers le sommet du Fähnern l'inclinaison diminue; les bancs de Nummulites qui alternaient avec le flysch cessent, et ce dernier étage reste seul au sommet, sous forme de calcaire en dalles, de teinte claire, et sur les feuillets duquel abondent les *Fucoides Targioni*, *intricatus* et *helveticus* Brunn., empreintes qui, sur tout le versant nord des Alpes, existent constamment au-dessus de la principale masse de calcaire à Nummulites. Les deux étages de la formation se suivent d'ailleurs avec une constance remarquable dans les dislocations et les plissements qui les ont affectés, et de manière à rendre leur séparation géologique tout à fait impossible.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

LANGE (Car. Nic.) — *Historia lapidum figurator. Helvetiæ*, 1708. — *Appendix*, etc. Einsiedeln, 1735.

SCHEUCHZER. — *Naturgeschichte des Schweitzerlandes*, vol. III, p. 327, 1710.

D'ANNONE (Joh. Jac.). — *Acta helvetica*, vol. IV, p. 275 et 287, 1760.

CAPPELLER (Maur. Ant.). — *Pilati montis Historia*, 1767.

ANDREA (Joh. H.). — *Briefe aus der Schweitz*, in-4, 1776.

DELUC (Guill. Ant.) — *Sur les Lenticulaires des rochers de la perte du Rhône, des Diablerets, de Sallenche, de l'Egypte et du Bengale*, etc. (*Journ. de phys.*, vol. XLVIII, p. 216, 1799. — *Ib.*, vol. LIV, p. 173, 1802. — *Ib.*, vol. LVI, p. 325, 1803).

EBEL (J. G.). — *Anleitung auf die nutzlichste u. s. w. Art in der*

Les roches les plus basses que l'on puisse observer sur les pentes nord et nord-est du Grünten sont des calcaires compactes en lits minces, argileux, gris-foncé, avec un peu de fer et des nodules de silex noirs, et alternant avec des schistes argileux également foncés. Ils appartiennent au groupe néocomien inférieur de la Suisse, et passent graduellement au calcaire blanc supérieur. Celui-ci, qui forme un horizon si tranché sur presque tout le pourtour de la chaîne calcaire extérieure des Alpes, offre ses caractères ordinaires. Il est rempli de *Caprotina ammonia*, d'Orb., et constitue le point le plus élevé du double pic du Grünten, crête étroite et découpée, courant N.-E., S.-O., et dont les couches plongent rapidement au N.-O. En descendant de ce sommet, un grès quartzeux ou siliceux, blanchâtre, brun ou gris, succède au calcaire, et l'auteur le rapporte à la partie supérieure du *lower green sand* d'Angleterre, ou peut-être au *quadersandstein* de la Saxe; mais on verra plus loin que ce dernier dépôt est moins ancien que ne le pense M. Murchison, et que le représentant de ce grès sans fossiles se trouverait plus naturellement dans les *marnes à Plicatules* de la Provence. En effet le grès vert foncé qui le recouvre, et dont l'épaisseur n'excède pas 16 mètres, a tous les caractères du gault et du grès vert supérieur tels qu'on les observe en Suisse, en Savoie, etc.; on y trouve deux ou trois espèces d'Ammonites, entre autres l'*A. Mantelli*, Sow., des Turrilites et l'*Inoceramus concentricus*, Sow. (1).

Dans les ravins, à l'est du Burgberg, ce grès vert foncé passe vers le haut à un calcaire blanchâtre, compacte, dur, peu épais, imprégné de chlorite. Le calcaire à Inocérames et l'assise précédente constituent une enveloppe d'une grande épaisseur au-dessus du gault, et forment le revêtement extérieur de la montagne à l'O. et au S.-O. Parfois sa teinte est gris-clair ou verdâtre comme le *Sewer-kalk;* mais au-dessus de Gundalpen, ou bien entre ces châlets et le Hohe-Wand, il passe à un calcaire aussi rouge que la scaglia d'Italie ou de la Mythen près de Schwitz, et son épaisseur est très considérable.

---

(1) Nous voyons souvent M. Murchison réunir le gault et le grès vert supérieur dans ses rapprochements avec les étages crétacés du nord-ouest, mais cette association, comme nous chercherons à le démontrer, n'est peut-être pas suffisamment justifiée. La présence seule de l'*Ammonites Mantelli*, qui dans la Provence occupe la même place que dans le reste de la France et en Angleterre, suffirait pour prouver que la couche où elle se trouve n'est pas réellement le gault.

Entre les assises crétacées les plus élevées et les premiers bancs nummulitiques, règne une couche de schiste argileux et micacé, à laquelle succède un grès verdâtre, associé à un calcaire grisâtre, impur, et à des argiles schisteuses foncées. Dans le calcaire sableux surtout se montre l'*Ostrea vesicularis* déjà signalée au même niveau dans le canton d'Appenzell; mais ici la couche qui renferme cette coquille est beaucoup plus développée et en concordance parfaite avec les strates crétacés qui sont dessous comme avec les bancs nummulitiques placés dessus. Ces roches, affectant parfois les caractères du flysch, plongent de 60 à 70 degrés au S.-E. et passent insensiblement à un calcaire ferrugineux, rempli d'une multitude de Nummulites et de grains verts. C'est la partie inférieure des diverses bandes connues de minerai de fer nummulitique de Sonthofen, et où l'on trouve les *Nummulina complanata*, *Ramondi* et *spira*, le *Cancer sonthofensis*, des Peignes et des Térébratules, le *Trochus giganteus*, puis un Spondyle, une Plicatule, une Astarte, une Anomie, une Isocarde, une Serpule et de grands échinodermes. Sur les bords de la Starzlach les calcaires nummulitiques se succèdent les uns aux autres, et les schistes, les calcaires impurs et les grès qui les surmontent représentent le flysch.

Au sud-est de Burgberg, comme sur le flanc oriental du Grünten, des schistes et des bandes minces de flysch foncé avec des veines blanches sont intercalés entre le grès vert et la couche à *Ostrea vesicularis* et la zone inférieure des Nummulites. Le passage minéralogique y existe également; les Nummulites et les autres fossiles y sont aussi abondants, et au delà se voit une série de roches arénacées, calcaires, plus ou moins argileuses, caractérisées aussi par les Nummulites. La succession des couches, mises à découvert dans les collines à l'est de la vallée de l'Iller, ne peut plus se voir à l'ouest, à cause des brisures, des inflexions et des renversements que les strates ont éprouvés. Néanmoins il est évident que tous les grès, les schistes et les calcaires impurs qui constituent le flysch, des deux côtés de la vallée, entre Sonthofen au nord et le Schwarzenberg, font partie de cet ensemble de strates, dont la base est cachée ainsi que les calcaires à Nummulites. Ici le flysch est caractérisé par ses *Fucoïdes Targioni* et *intricatus*. A l'ouest de Sonthofen ce sont des grès micacés, gris verdâtre avec des grains noirs, et qui ne diffèrent point du macigno d'Italie. L'un des bancs subordonnés est même identique avec la *pietra forte* des environs de Florence. Un lit mince de Nummulites (*N. intermedia?*, laquelle paraît exister aussi

dans le calcaire nummulitique de Mosciano près de Florence, *N. complanata*, *N. biaritzana*, *N. Murchisoni*, Brunn. (1), *Assilina planospira*), intercalé dans cette sorte de macigno, marque la limite supérieure de ces coquilles dans ce pays. On ne trouve plus au-dessus que les Fucoïdes précédents. Ces diverses assises, avec les couches nummulitiques proprement dites, dont on ne peut les isoler, constituent une des plus grandes formations des Alpes, où elles atteignent souvent une puissance égale à celle de toutes les roches jurassiques et crétacées qui les supportent.

Roches altérées du Bolgher. Avant de traiter des masses de roches cristallines (micaschistes ou gneiss) qui, près d'Ober-Maiselstein, sont subordonnées au flysch, et que dans son premier mémoire M. Murchison avait regardées comme des roches primaires poussées à travers les grès et les schistes, ce savant revient un instant sur ses pas pour s'occuper de certains blocs granitiques de la vallée d'Habkeren, près d'Interlaken, également subordonnés au flysch, et qui sont pour M. Studer de véritables blocs erratiques enveloppés dans le dépôt sédimentaire, lors de sa formation.

A droite du chemin qui monte d'Interlaken au Habkeren, le flysch, en partie caillouteux, graveleux, et en partie schisteux, avec ses calcaires foncés ordinaires, en lits minces, renferme des géodes et des bandes d'un aspect granitique, parfaitement disposées dans le sens de la stratification, et qui reparaissent à des intervalles d'environ 100 mètres. Les nodules granitoïdes sont intercalés avec des nodules calcaires, de la même manière que les bandes granitiques alternent avec les schistes et les calcaires impurs. Le plus grand des nodules granitiques visibles est un sphéroïde déprimé, de 1^{m},25 de long sur 1 mètre de large, dont la partie extérieure est schisteuse et dont l'intérieur passe d'une pâte à grands cristaux de feldspath à un noyau plus compacte et plus homogène. La bande granitique continue paraît être formée d'un granite verdâtre, schistoïde et passant au gneiss. L'auteur pense qu'ici la substance granitique s'est développée en même temps que se déposaient le grès et les schistes environnants, mais il ne se prononce pas sur son origine ni sur son mode de formation.

(1) D'après les échantillons que nous avons vus, il est en effet probable que la Nummulite dédiée par M. Brunner au célèbre géologue anglais est une espèce nouvelle ; mais les coupes seules que l'on aperçoit dans la roche ne suffisent point pour déterminer tous ses caractères.

M. Studer avait appliqué aux roches cristallines du flysch du Bolghen la même explication qu'à celles du canton de Berne, mais M. Murchison ne l'adopte ni pour l'une ni pour l'autre localité. Au Bolghen les schistes noirs, qui passent à une sorte de lydienne, sont exactement parallèles à une zone de grès devenu en partie à l'état de quartzite, et çà et là une sorte de micaschiste. Ces roches siliceuses, quelquefois amorphes, ressemblent à certains dykes de matières fondues ou demi-fondues, qui traversent les bancs très altérés du flysch. Ces espèces de micaschistes et de gneiss pourraient alors n'être que des portions du flysch plus modifiées que les autres. En outre ce phénomène se présente dans une zone de la chaîne très minéralisée et immédiatement au nord d'une grande faille qui a porté tout le système nummulitique contre les calcaires néocomiens. Ce changement du flysch en gneiss et en micaschiste est d'ailleurs une circonstance que M. Studer lui-même avait déjà décrite dans le canton des Grisons.

De Munster (1) a donné une liste de fossiles du Kressenberg près Braunstein, et provenant des argiles ferrugineuses et sableuses et des sables verts, mais il ne savait pas que parmi ces derniers il y en avait qui appartenaient au gault, comme nous le verrons plus loin, tandis que les argiles et les grès ferrugineux, avec des Nummulites et des fossiles de formes tertiaires, devaient en être séparés. En réunissant le tout il trouva 172 espèces de fossiles dont 42 étaient déjà connues dans divers dépôts tertiaires et 4 dans la craie. Les 126 espèces restantes étaient nouvelles ou indéterminables. Un certain nombre ont été décrites et figurées par Goldfuss ; les autres nommées seulement par de Munster nous sont inconnues et peuvent avoir été désignées plus tard sous d'autres noms ; aussi seront-elles mentionnées avec un point de doute (?) dans le tableau ci-après. Kressenberg et Salzbourg.

On doit à M. Shafhäutl la réunion de *matériaux pour servir à la connaissance des Alpes de la Bavière* (2) et *quelques observations sur les Nummulites et surtout sur celles des Alpes orientales* (3) du même État, puis à M. Escher de la Linth des *Observations sur les*

---

(1) *Uber die Versteinerungen*, etc. Des pétrifications de l'argile ferrugineuse et des sables verts du Kressenberg (*Keferstein's Teutschland*, vol. VI, p. 93, 1828 ; — *Zeitschr. f. Min.*, 1829, p. 543).
(2) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 641.
(3) *Ibid.*, p. 406.

Alpes du Tyrol et de la Bavière (1). Les indications antérieures données par M. Boué (2) ne fixaient en aucune manière la position relative ou les rapports du grès de Vienne avec les couches que nous avons jusqu'à présent désignées sous le nom de flysch.

M. de Morlot (3), dans deux profils du Teissenberg près Teissendorf, à l'ouest de Salzbourg, a fait voir que les couches à Fucoïdes et à Nummulites plongeaient de 30 à 40 degrés au S. et que les grès à Nummulites étaient placés sous ceux à Fucoïdes, à moins qu'on ne supposât un renversement complet, ainsi que plusieurs de ses prédécesseurs l'avaient admis. Sur les bords de la petite rivière de l'Ach les couches à Nummulites sont des grès jaunes, des calcaires jaunes et rouges et des fers limoneux. Le même géologue (4) a signalé le *Conoclypus conoideus* dans les couches à Nummulites de Neukirchen, localité voisine de la précédente, et dans celle de Mattsee, située plus à l'est. Aussi ses propres observations, jointes à ce que nous venons de dire des fossiles examinés par de Munster, portent-elles l'auteur à placer ces dépôts dans le terrain tertiaire inférieur. Il cite, en outre, dans le grès nummulitique d'Oberweiss au nord de Gmunden, l'*Hemiaster verticalis*, le *Macropneustes pulvinatus*, l'*Echinolampas subsimilis* et la *Serpula spirulæa*, que nous avons vus caractériser les assises moyennes dans la coupe de Biaritz.

M. de Morlot a développé ensuite cette manière de voir dans son *Explication de la carte géologique des Alpes du nord-est* (5), où il admet comme synchroniques et synonymes du grès de Vienne le grès d'Högel (Lill de Lilienbach), le grès des Carpathes, le grès de Gurnigel, le macigno et le flysch des Alpes (Studer), le *terrain hétrurien* (Pilla), enfin le grès à Fucoïdes. Il démontre que sur le bord extérieur de la chaîne, et très près des bassins tertiaires, on peut suivre les *calcaires à Fucoïdes*, depuis les Alpes orientales jusqu'en Suisse, et les voir reposer directement sur les assises supérieures du calcaire alpin et sur le grès à Nummulites. Dans l'est ils sont

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 536. — *Geognost. Beobachtungen über Vorarlberg.* (*Ibid.*, 1846, p. 421.)

(2) *Bull.*, vol. XIV, p. 60, 1843.

(3) *Berichte über die Mittheilungen*, etc. Rapports sur les communications des amis des sc. nat. à Vienne, etc., vol. I, p. 31, 1847.

(4) *Ibid.*, vol. II, p. 224, 1847.

(5) *Erlauterungen zur geol. Ubersicht*, etc., p. 84, in-8. Vienne, 1847.

beaucoup moins relevés qu'en Suisse, et ne constituent, au pied des Alpes, que de petites montagnes arrondies. Ils sont intimement liés aux assises à Nummulites, comme on vient de le voir dans la coupe du Teissenberg. Les couches nummulitiques étant rapportées à la formation tertiaire inférieure et les grès à Fucoïdes recouverts transgressivement par les dépôts tertiaires moyens, ces grès doivent être rangés aussi dans la formation inférieure. Lill de Lilienbach avait rapporté ceux du Teissenberg au grès vert, et ceux de l'Untersberg avaient été placés entre la craie et les roches nummulitiques. Dans la première de ces localités le grès à Fucoïdes plonge d'abord au S., mais il se relève près de Staufen, où il incline alors au N. En Autriche, comme en Bavière et en Suisse, les grès à Fucoïdes plongent généralement vers les Alpes.

(P. 97.) Le *grès à Nummulites*, que l'auteur met en parallèle avec les calcaires à Nummulites, les couches nummulitiques du Vicentin, le *terrain épicrétacé* (Leymerie), le *terrain hétrurien* (Pilla), est aussi plus relevé en Suisse que dans le Tyrol, et repose sur la craie des Alpes orientales, à l'est de Salzbourg, à Mattsee, à l'Untersberg, etc. Sur ce dernier point il est concordant avec la craie; le *grès de Vienne* ou grès à Fucoïdes vient ensuite, et le plongement est au N. Après plusieurs ondulations on voit reparaître les couches à Nummulites. A Neukirchen, près de Mattsee, et au Teissenberg toutes les couches relevées plongent au S. (p. 99), de même qu'en Suisse le grès à Nummulites est sous le grès à Fucoïdes et en stratification concordante. A la limite des deux étages on observe, près de la fonderie d'Achtal, une alternance entre les deux roches. Alex. Brongniart, et plus tard MM. Bronn et Deshayes, ont placé les grès à Nummulites du Kressenberg dans le terrain tertiaire, et les relations stratigraphiques sont ici les mêmes que celles qui existent dans d'autres pays. La concordance locale de ces couches avec la craie sous-jacente, ajoute l'auteur, n'est point une preuve qu'elles appartiennent à la même formation; et réciproquement, de ce que les couches à Nummulites ont été très relevées dans les Alpes, il ne s'ensuit pas nécessairement une discordance dans d'autres pays avec les dépôts qui leur ont succédé.

Mais revenant bientôt sur cette première opinion qui paraissait si rationnelle, d'accord avec ce que l'on connaissait d'autres parties des Alpes et le résultat d'observations consciencieuses, nous voyons le même géologue en émettre une complétement opposée et sans motiver ce changement dans ses convictions. Lorsqu'on

suit le *grès de Vienne*, dit-il (1), à partir de l'Istrie jusque dans l'intérieur des Alpes, on remarque qu'il est placé entre les calcaires alpins supérieur et inférieur, qu'on y trouve des restes organiques animaux, qui paraissent appartenir au lias, et, sur le versant septentrional de la chaîne, des débris de plantes du même horizon et du keuper supérieur. D'après cette nouvelle manière de voir le grès de Vienne représenterait le lias et les marnes irisées, et les alternances de ce grès avec des calcaires anciens et récents, suivant les observations de Pilla, de même que la superposition du grès de Vienne au calcaire à Nummulites invoquée par MM. Studer et Escher, ne seraient plus que des apparences trompeuses, produites par des renversements et des bouleversements.

Le grès de Vienne forme actuellement pour l'auteur un horizon précieux, et le calcaire alpin placé dessous est l'équivalent du muschelkalk tel qu'on le voit en Tyrol. Le marbre coquillier de Raibel, que M. de Hauer met en parallèle avec le calcaire ammonitifère rouge de Hallstadt et de Saint-Cassian, se trouve à la limite du grès de Vienne et du muschelkalk, et appartient au trias. Dans le tableau des formations (p. 336) M. de Morlot range sous le n° 8, avec le lias et le keuper ou groupe supérieur du trias (2), le grès de Vienne, le grès des Carpathes, d'Högel, les grès à Fucoïdes, le flysch, le grès de Gurnigel, celui du Niesen, le macigno, le *tassello*, etc. Mais si, en l'absence de bonnes coupes, l'âge du grès de Vienne a pu être longtemps méconnu et si ce dépôt a été placé successivement à tous les niveaux, depuis le terrain tertiaire jusqu'au trias, on ne comprend pas comment l'auteur a pu étendre son rapprochement au grès à Fucoïdes ou flysch, aux grès de Gurnigel, du Niesen, etc., dont la position était certainement fixée par les géologues suisses à l'époque où il écrivait.

Cependant il reconnaît plus loin (p. 415), que les fossiles des couches à Nummulites et du flysch ont leurs analogues dans le calcaire grossier de Paris; que le *Fucoides brianteus*, Villa, de la

(1) *Berichte über die Mittheilungen*, etc., vol. III, p. 335, 1848. — Voyez aussi : Strefflour, *Ueber neuen Beobachtungen der Lagerungsverhältnisse des Sandsteines und Kalkes in Wiener wald Gebirge*. — Partsch, *Erlautern der Bemerk. zur geogn. Karte des Bukens von Wien*, etc. Vienne, 1843.

(2) On a déjà vu que ce rapprochement avait été adopté dans la carte géognostique de l'Autriche dressée par M. Haidinger, ainsi que dans la réduction publiée en 1847 par M. J. Scheda.

Brianiza, se trouve dans le grès de Gurnigel, et qu'ainsi il existe une relation intime entre le flysch (grès de Vienne) du versant nord des Alpes et le macigno de la haute Italie. De sorte que, revenant à sa première opinion, M. de Morlot, qui tout à l'heure mettait le grès de Vienne à la base du terrain secondaire, semble le remonter actuellement jusqu'au terrain tertiaire.

Sir R. I. Murchison (1) nous fait connaître incidemment quelques uns des motifs de ces oscillations dans la manière de voir des géologues autrichiens. La présence du *Calamites arenaceus*, du *Pterophyllum longifolium*, etc., dans un grès qui plonge sous des couches jurassiques et du lias, paraissait indiquer qu'il existait du trias au-dessous du calcaire alpin, et, comme ce grès ressemble à celui qui forme une grande zone géographique en dehors du calcaire secondaire des Alpes, auquel on a donné le nom de *flysch* et dont le grès de Vienne est le prolongement, M. Haidinger a identifié l'un avec l'autre, en faisant descendre tout le flysch dans le *keuper*. Cette zone de roches est celle qui, souvent affectée par de grandes failles longitudinales, semble plonger sous les calcaires des Alpes; aussi M. Murchison s'attache-t-il à faire voir que, bien loin qu'il en soit ainsi, cette grande bande de flysch ou grès de Vienne, comprenant des grès, des calcaires impurs et des schistes à Fucoïdes, est en réalité beaucoup plus récente. Si elle plongeait en effet sous le lias, elle devrait, là où il n'y a pas eu de dislocations, reparaître à la base des roches secondaires restées dans leur position normale, ainsi qu'on l'observe ailleurs pour le véritable trias, et c'est ce qui n'a pas lieu. M. Haidinger aurait été induit en erreur à la fois par les caractères minéralogiques et par la comparaison de couches dérangées et renversées avec d'autres supposées être les mêmes et qui sont dans leur position originaire. Pour adopter les vues de l'auteur de la *Carte géognostique de l'Autriche*, il faudrait nécessairement mettre dans les marnes irisées tout le flysch de la Suisse, le grès des Carpathes et le macigno d'Italie, comme l'a fait récemment M. de Morlot, qui ayant d'abord placé le flysch et le grès de Vienne *au-dessus* des formations secondaires, les a ensuite mis *dessous* avec M. Haidinger, pour pencher de nouveau vers une opinion que confirmera son travail sur l'Istrie.

M. Zeuschner (2) a signalé d'abord au nord de Gmunden, près d'Oberweiss, des couches avec Nummulites, Orbitolites, échino-

(1) *Loc. cit.*, p. 169.
(2) *Berichte über die Mittheilungen*, etc., vol. III, p. 81, 1848.

dermes, Térébratules lisses, Serpules, crustacés et dents de *Lamna*, qui rappellent les grès des Carpathes et affleurent près du grès de Vienne; puis, mettant ces deux derniers en parallèle (1), il les range l'un et l'autre dans le groupe néocomien. Dans sa *Carte géognostique des environs de Vienne* M. Czjzek (2) met le grès de ce nom dans le terrain secondaire avec le calcaire alpin. De son côté, M. C. Ehrlich (3), après avoir décrit les grès nummulitiques des environs de Mattsee, y indique *Carcharias herodon*, *Nautilus lingulatus*, *Conoclypus conoideus* et *Bouei*, *Echinolampas ellipsoidalis*, *Hemipneustes pulvinatus* et les genres *Natica*, *Cypræa*, *Conus*, *Cardium*, *Plagiostoma*, *Terebratula*, *Ostrea*, etc., sans se prononcer d'ailleurs sur leur niveau géologique. Les calcaires du Waschberg dont nous avons parlé (*antè*, vol. II, p. 883) appartiennent sans doute aussi à la formation nummulitique.

Résumé. Si nous prenons actuellement comme type, avec M. Murchison (4), la série des couches crétacées et nummulitiques du canton d'Appenzell et des environs de Sonthofen, il nous sera facile de la comparer aux coupes de la Spitz-Alp, près Nesselwang, à celles des bords de la Traun, du Kressenberg, d'Untersberg, de Mattsee et de Pancratz, telles qu'elles ont été données par ce savant et M. Sedgwick, dans leur précédent mémoire. Ainsi à la Spitz-Alp, à l'est du Grünten, se montre la formation crétacée qui, sur son flanc nord, est en contact avec les mêmes conglomérats tertiaires (mollasse et nagelfluh) qu'au Grünten, tandis qu'au S., ou vers les Alpes, les dernières assises du flysch sont rejetées en dehors des roches crayeuses dont les plus méridionales représentent la craie proprement dite. Outre les fossiles cités à Mattsee par M. Ehrlich nous avons encore reconnu, parmi les échantillons provenant de cette localité, les *Nummulina scabra* et *Ramondi*, l'*Orbitolites submedia* et le *Pecten subtripartitus*. A Traunstein on trouve également les grès, les argiles schisteuses et les calcaires impurs avec des bancs de Nummulites et l'*Echinolampas subsimilis*. De Miesenbach à Loheim le flysch recouvre encore, comme dans les localités types de Sonthofen et de la Suisse, les mêmes couches à foraminifères; mais, entre l'extrémité septentrionale des grès à Nummulites et la place

---

(1) *Berichte über die Mittheilungen*, etc., vol. III, p. 89 et 129.
(2) *Ibid.*, p. 171.
(3) *Ibid.*, vol. IV.
(4) *Loc. cit.*, p. 214.

que doit occuper la mollasse tertiaire, existe la grande faille représentée par des accumulations de détritus. Ici, comme partout, cette faille, renversant le flysch et le rejetant au S., a élevé contre les couches tertiaires récentes les dépôts plus anciens de la formation tertiaire inférieure.

La grande faille a cependant eu une action peu énergique en Autriche et sur les pentes méridionales de la vallée du Danube, lorsqu'on y compare ses effets aux dislocations gigantesques qui l'accompagnent en Bavière (le Grünten) et en Suisse (Hoher-Sentis, le Pilate, etc.). Ici on voit même le calcaire néocomien soulevé et formant d'immenses escarpements, au sommet desquels les étages crétacés supérieurs et nummulitiques sont comme suspendus en regard des Alpes, tandis que ces mêmes assises néocomiennes, ou les plus anciennes que ces mouvements aient fait affleurer, sont en contact avec des couches tertiaires de la formation moyenne, telles que le nagelfluh.

Quant au groupe crétacé de Gosau, il n'offre point de calcaires solides avec fossiles, équivalents de la craie, comme en Suisse et en Bavière, et il manque d'une zone nummulitique distincte. Mais les grès, les calcaires impurs et les argiles schisteuses qui y recouvrent les marnes crétacées semblent représenter à la fois une partie de l'étage à Nummulites et une partie de celui du flysch. Le type pétrographique de celui-ci s'abaisse dans cette vallée jusqu'à l'horizon du grès vert ou du gault, les premiers bancs de roches solides étant le calcaire subcristallin à Hippurites, qui, comme celui d'Untersberg, près de Salzbourg, est l'équivalent du groupe néocomien. A l'Untersberg, les représentants du gault, du grès vert supérieur et de la craie, qui recouvrent le calcaire néocomien (*marbre à Hippurites*), sont des marnes et des calcaires marneux (*marlstones*) semblables au *malm-rock* d'Angleterre et panachés de bandes rouges et vertes, quelquefois analogues à la *scaglia*, et dans lesquelles l'auteur cite des Bélemnites, des Baculites, l'*Inoceramus Cripsii*, Goldf. et le *Trochus linearis*. Ensuite viennent le grès et le grès calcaire rempli de Nummulites, puis de nouveaux bancs de grès et de marnes bleues avec d'autres Nummulites, des Operculines, des Serpules, etc., associées à des coquilles d'apparence tertiaire, parmi lesquelles l'*Auricula simulata* et le *Dentalium grande* ont été reconnus.

Lorsqu'on suit les roches crétacées de la Bavière en Autriche, leur partie supérieure ou l'équivalent de la craie ne se présente

[illegible] caractéristique à l'ouest; [illegible] (Untersberg), [illegible] sont encore plus pro- [illegible] sables [illegible] crétacés.

[illegible] les couches à [illegible] d'une de ces [illegible] et dont les [illegible] crétacées [illegible] de cette [illegible] est un grès [illegible] et qui est [illegible] sont : [illegible] nov. [illegible] po- [illegible] décrits et [illegible] fer sili- [illegible]

[illegible] de la [illegible] formation [illegible] du P. [illegible] Constantii, [illegible] Natica [illegible] Clementina, [illegible] Parkinsoni, [illegible]

[illegible] sous tous les [illegible] dans cette der- [illegible] et diffère seulement [illegible] ligne de faille entre lui [illegible]

[illegible] M. Murchison conclut [illegible] par la distribution [illegible] leur superposition, doit [illegible] le Flysch des Alpes, de la [illegible] appartiennent [illegible] ne peuvent être rapportées à

la craie. La seule question susceptible d'être discutée consiste à savoir où placer la ligne précise de séparation entre les terrains secondaire et tertiaire. Sera-ce immédiatement au-dessous de la couche à foraminifères la plus basse, ou bien au-dessous des bancs arénacés verdâtres avec Ostracées qui la supportent?

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Flurl (Math.). — *Bayerische Alpen Bergen, Heilbrun, Benedictbeuren*, etc. (*Beschreibung der Geb. v. Baiern e. o.* 1792, in-8, p. 76, 148-149). — *Berg Anseindaz bei Bex* (*Molls Jarhb. f. Berg. u. Huttenk.*, 1800, vol. IV, part. 1, p. 312).
Lupin (Fréd.). — *Allgau in* 1805, *Alpina* 1809, vol. IV, p. 74 et 133. — *Molls Ephemerid.*, vol. V, p. 353, 1809.
Uttinger. — *Allgau, Taschenb. f. Min.*, 1811, vol. V, p. 365. — 1812, vol. VI, p. 152. — 1813, vol. VII, p. 341. — *Molls n. Jahrb. d. Berg.*, 1812, vol. II, p. 429.
Keferstein (Christ.). — *Bayerische Alpen* (*Teutschland*, 1821, vol. I, p. 253 et 348).
Boué (A.). — *Deutsche Alpen* (*Ann. des mines*, 1824, vol. IX, p. 477). — *Deutschl. geogn. Gemälde*, 1829, p. 299 et 335.
— *Oesterreich* (*Abtenau, Untersberg, Gosau, Wand*) (*Mém. géol. et paléont.*, 1832, p. 185).
De Munster. — *Kressenberg und Sonthofen identisch. N.* (*Jahrb. f. Min.*, 1836, p. 582).
Klipstein (Aug. von). — *Kressenberg eocen. Beiträge zur kenntniss der östlichen Alpen*, vol. I, 1843, p. 29 et 31.
Meyer (H. von). — *Krebs-Arten in Sonthofen und Kressenberg verschieden* (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 463).

§ 5. Versant oriental des Alpes.

Dans son *Aperçu géologique des provinces Illyriennes* (1) M. Boué décrivait les bords de la mer de Duino et de Trieste comme occupés par un grand système de *calcaires à Nummulites et à Hippurites*. Autour de Gorizia sont des grès marneux, micacés, gris, à Fucoïdes, alternant avec des marnes arénacées, grises et des conglomérats, le tout rapporté à la formation crétacée. Au nord de Canale sont des conglomérats calcaires à Hippurites, des grès et des marnes. Avant Volsano, et au nord, on remarque un calcaire *scaglia*, en lits minces, ondulés, avec des silex gris ou rouges, recouvert par des — Styrie et provinces Illyriennes.

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 43, 1836.

calcaires à Hippurites, puis par des calcaires gris à Fucoïdes. Dans une coupe de la vallée de la Mur (Styrie) jusqu'à Trieste, l'auteur signale, au-dessus du terrain secondaire, un grand système de grès marneux gris, à Fucoïdes, suivi de calcaire à Hippurites, Hamites et Nummulites. « Enfin, dit-il (p. 78), un sol calcaire arénacé à » Nummulites et Hippurites constitue toute l'Istrie, une bonne » partie de la Dalmatie, et s'étend en Carniole jusqu'au delà de Ca- » nale, de Wippach et d'Adelsberg. Tout le plateau aride ou rocail- » leux qui borde l'Adriatique, depuis Duino jusqu'au delà de » Trieste, est uniquement composé de ces calcaires qui présentent » une grande variété, depuis ceux qui sont pétris de Nummulites » ou de fragments d'Hippurites, de Caprines et d'autres coquilles, » jusqu'à ceux qui ne sont plus qu'un calcaire compacte, blanc ou » jaunâtre, ou même une roche semi-crétacée. »

Ainsi M. Boué associe les couches à Nummulites avec les couches à Hippurites, faute d'une séparation stratigraphique bien prononcée, ou parce qu'il prend des Orbitolites pour des Nummulites, et il rapporte tous ces dépôts à la craie. Mais les observations récentes tendent à faire rejeter cette association des Nummulites et des Rudistes, et le célèbre géologue de Vienne a insisté lui-même sur une distinction qu'a clairement établie M. de Morlot.

Dans sa *Notice sur la formation géologique de l'Istrie* (1), ce dernier pense que les fossiles du calcaire à Nummulites de la Carniole, de l'Istrie, de la Dalmatie et probablement de l'Albanie, sont les mêmes que ceux des dépôts nummulitiques du Vicentin, du Véronais et de la Hongrie, qu'on y trouve les mêmes foraminifères, les mêmes crustacés, le *Conoclypus conoideus* et que le tout appartient au terrain tertiaire inférieur. Néanmoins il regarde ces calcaires comme recouvrant indifféremment le grès à *Fucoides intricatus*, *furcatus*, etc., et le *calcaire crétacé à Rudistes*. Il n'y aurait jamais, suivant lui, d'alternance entre les calcaires à Nummulites et les grès à Fucoïdes; les assertions contraires ne seraient fondées que sur des apparences produites par des failles, des redressements, des soulèvements, des glissements ou même des renversements. Le calcaire à Nummulites, dans sa position normale, n'est donc pas *sous* le grès à Fucoïdes, comme il semble que ce soit le cas

(1) *Giornale d'Istria*, 1847, n°s 61, 62. — *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 68, 1847.

près de Trieste. Le *calcaire crétacé à Rudistes recouvre le grès à Fucoïdes ;* enfin le grès à Fucoïdes représenterait le keuper et le lias, et cela d'après l'analogie des plantes dont nous avons parlé. Ce sont ces végétaux des grès de Pechgraben en Autriche, qui, par un rapprochement du même genre et aussi peu justifié, ont fait mettre le grès de Vienne au-dessous du lias. Nous ne nous arrêterons pas à faire ressortir l'incohérence de ces divers résultats, et nous nous bornerons à rappeler que, dans son profil d'une carte géologique des Alpes septentrionales (*anté*, p. 100), M. de Morlot indique, d'une manière incontestable, la superposition du flysch ou du grès de Vienne aux calcaires et grès à Nummulites, de Neukirchen à Steinbrüche, ainsi que le contact des couches nummulitiques et crétacées.

Le même géologue (1) a décrit sous le nom d'*éocène* la formation nummulitique de l'Istrie, composée de couches puissantes de calcaires compactes, clairs, sonores, bitumineux, quelquefois un peu marneux et renfermant des Nummulites en si grande quantité, que ces coquilles constituent quelquefois la roche à elles seules. Une des espèces se trouve au Kressenberg, et l'*Alveolina longa* des couches du Waschberg, près de Vienne, y est également très répandue. Il n'y a en Istrie qu'un seul horizon nummulitique, mais peut-être la brèche placée entre ce niveau et le *tassello* à Pinguente est-elle plus ancienne ? L'*Alveolina subpyrenaica* des Corbières a été recueillie près de Laybach, dans les calcaires à Nummulites. Près d'Unter-Nugla, à la limite des calcaires et du tassello, se montrent des Peignes, des Spondyles, des dents de *Carcharias* et le *Conoclypus conoideus* du Kressenberg.

A la partie inférieure de la formation apparaît çà et là du charbon, en bancs de $0^{m},45$ d'épaisseur, et employé pour l'éclairage au gaz de la ville de Trieste. Cette sorte de houille, que l'auteur croit d'origine marine et dans laquelle on n'observe aucune empreinte végétale, appartient bien au calcaire nummulitique et non aux

(1) *Naturwissenschaftliche Abhandlungen*, etc., vol. II, p. 257, 1848. — *Berichte ueber Mittheil.*, etc., vol. IV, p. 157, 1848. — Voyez aussi : F. Kaiser, Observations sur les calc. nummulitiques et les grès des environs de Trieste (*Ib.*, p. 158). — W. Haidinger, *Uber den Nummulitenkalk und die Gegend von Krampen bei Neuberg* (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 45). — Keferstein, *Eocen bei Guttering und Althofen* (Carinthie) (*Teutschland*, vol. VI, p. 197 et 205, 1829).

couches sous-jacentes qui ne sont point bitumineuses. Elle n'est pas accompagnée de roches schisteuses, et elle représente ici celle dont nous avons signalé de nombreux gisements sur le versant occidental de la chaîne.

Les couches nummulitiques de l'Istrie reposent, en stratification concordante, soit sur un calcaire sans fossiles, soit sur le *tassello*, nom local d'un ensemble de grès et de marnes également sans fossiles, mis en parallèle avec le macigno d'Italie et le grès de de Vienne, et placé sous la craie ou *karstkalk* inférieur. Cette disposition se voit particulièrement à Pinguente, petite ville bâtie sur un plateau nummulitique. Près de Glavich le sol d'une grotte est formé par le tassello, et sa voûte par le calcaire à Nummulites. Quelquefois on remarque une sorte de passage entre les deux étages comme près de Ballunz, au nord-ouest de Trieste et derrière Optschina où il existe un renversement, par suite duquel le tassello semble être supérieur aux Nummulites. Il y a en outre des couches de matériaux remaniés, provenant de la partie supérieure du tassello et renfermant les fossiles des dépôts nummulitiques qui se formaient alors. Ce sont des marnes, des argiles et des sables. La concordance du tassello et des assises à Nummulites prouve en outre que les dislocations n'ont eu lieu qu'après le dépôt de ces dernières qui occupent en Istrie deux bandes probablement réunies dans l'origine et que séparent aujourd'hui les affleurements du tassello. Cependant l'examen de la carte de M. de Morlot et la comparaison des diverses parties de la coupe qui s'étend de Parenza à Pinguente nous laissent beaucoup d'incertitude sur les rapports stratigraphiques tels qu'il les conçoit. D'autres lambeaux nummulitiques existent encore en Carinthie, et les environs de Rovte et de Polschiza au nord-ouest de Krainburg offrent aussi un grand nombre de foraminifères, de Vénus, de Pernes, d'Huîtres, etc.

Dans les environs de Spalatro M. Carrara signale le *Conoclypus conoideus*, le *Pygorhynchus scutella*, l'*Echinolampas subdorsatus*, le *Pentacrinites didactylus*, la *Serpula spirulæa;* et, dit en terminant M. de Morlot, à moins de renoncer aux caractères paléontologiques, il est impossible de réunir la formation nummulitique à la craie.

De son côté, M. de Collegno, dans son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, avait étendu, sur toute la surface de l'Istrie, la teinte consacrée au calcaire nummulitique, au grès à Fucoïdes et au calcaire à Hippurites, tandis que plus anciennement la partie septentrionale de la même province avait été coloriée comme jurassique

par MM. Sedgwick et Murchison, dans leur carte géologique des Alpes orientales. La carte de M. de Dechen indique aussi partout de la craie, excepté aux environs de Trieste, où l'on remarque un massif de *grès vert* qui semble représenter le *tassello* de M. de Morlot et le grès de Vienne ou trias supérieur de la *Carte géognostique de l'Autriche.*

A Guttaring et Althofen, près de Klagenfurt (Carinthie), les calcaires sont remplis de Nummulites, et l'on y trouve des marnes grises subordonnées et des lignites que l'on exploite, le tout reposant sur des schistes anciens. M. Boué (1) y avait déjà signalé, d'après M. Keferstein (2) l'*Ostrea flabellula*, le *Cerithium funatum*, la *Nummulina biaritzana* ? et d'autres figurées par Wulfen, et il en avait conclu une certaine analogie entre ces couches et les dépôts tertiaires inférieurs du nord-ouest. Cependant sur la carte géologique de M. de Dechen et sur celle de l'empire d'Autriche elles ont été coloriées comme appartenant à la formation moyenne. Depuis lors, M. de Hauer (3) y a reconnu le *Miliobates goniopleurus*, des crustacés, *Natica intermedia*, *Turritella* voisine de la *T. imbricataria*, *Fusus scalaris*, *Cerithium combustum*, *C. lamellosum*, *C. mutabile* ou *C. funatum*, *Serpula spirulæa*, fossiles qui portent l'auteur à placer ces assises dans la formation tertiaire inférieure.

Lors de la réunion des savants italiens à Venise, le macigno et son équivalent, le grès de Vienne, furent généralement rangés au-dessus des couches à Nummulites, et peu de géologues persistèrent à placer au-dessous les grès à Fucoïdes, autres représentants du macigno et du grès de Vienne. Ainsi pour les environs de Pyrano, près de Trieste, M. Kaiser adopta la première opinion comme M. de Hauer pour d'autres localités, mais M. de Morlot soutint la seconde. A Nugla, près de Pinguente, se trouve le *Conoclypus conoideus* avec la plupart des fossiles du Kressenberg (4).

§ 6. Versant méridional des Alpes.

Près d'un siècle s'est écoulé, dit M. Murchison (5), depuis Provinces Vénitiennes.

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 84, 1835.
(2) *Darstellung von Teutschland*, vol. VI, p. 197.
(3) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. I, p. 182, 1847.
(4) *Ibid.*, vol. III, p. 299, 1848.
(5) *Loc. cit.*, p. 217.

qu'Arduini (1) exprimait la pensée que les dépôts de Ronca et du mont Bolca, dans le Vicentin, n'étaient pas d'une grande ancienneté, et que Fortis (2) reconnaissait l'analogie des fossiles du val d'Astico avec ceux de l'argile de Londres, décrits et figurés par Brander. Cependant Alex. Brongniart (3) fut le premier qui classa ces assises parmi les sédiments tertiaires inférieurs et qui fit connaître spécialement leurs fossiles, tandis que vers le même temps M. Buckland (4) arrivait à une conclusion semblable. Mais on pouvait désirer encore quelque preuve déduite de la relation naturelle de ces couches avec les roches secondaires ou inférieures, car ce manque de données stratigraphiques positives avait porté plusieurs géologues à les placer dans la formation crétacée. Les éruptions ignées avaient particulièrement contribué à masquer ces relations, et ce ne fut qu'en 1829 que MM. Murchison et Lyell (5) reconnurent la succession réelle des couches sur les bords de la Brenta, près de Bassano et entre Possagno et Asolo. Sur ces points les assises remplies des mêmes Nummulites et des mêmes coquilles que celles des localités précédentes, mais sans avoir été dérangées par des roches pyrogènes, recouvrent sans discordance la *scaglia*, équivalent de la craie de ce côté des Alpes.

La carte annexée au mémoire de MM. Sedgwick et Murchison, *Sur la structure des Alpes orientales* (6), représente ces couches comme formant une bande continue, flexueuse, assez large, qui suit les contours de la formation crétacée, depuis le lac de Garde jusqu'à l'est d'Udine, et M. Élie de Beaumont, dans son esquisse de la France à l'époque du *Cerithium giganteum* (7), a fait voir que les environs de Vicence et de Vérone se trouvaient alors sous les eaux, comme les bassins du nord-ouest, et que les *terrains calcaréo-trappéens* de Castel Gomberto, de Montecchio-Maggiore et du val Ronca *étaient contemporains des calcaires grossiers de Paris* (8).

---

(1) *Lettres d'Arduini.*
(2) *Mém. pour servir à l'hist. nat. de l'Italie*, etc.
(3) *Mém. sur les terrains de sédiment supérieur calcaréo-trappéens du Vicentin*, in-4, 6 pl., 1823.
(4) *Annals of philosophy*, juin 1821.
(5) *Philos. Magaz.*, vol. V, juin 1829.
(6) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. III, pl. 35, 1832.
(7) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, pl. 7, 1835.
(8) De la Bèche, *Manuel géologique*, trad. française, p. 643, 1833.

La carte publiée en 1839 par M. de Dechen n'indique au contraire que de la craie dans cette localité, et sur celle de M. de Collegno (1844) on voit une large zone, qui comprend à la fois la craie et les couches nummulitiques, occuper à peu près toute celle que MM. Sedgwick et Murchison avaient coloriée moitié en craie, moitié en terrain tertiaire inférieur et moyen ; enfin la carte géognostique de l'Autriche (1846-47) marque des dépôts tertiaires, crétacés et jurassiques, et peut-être du trias, distribués sur cette même surface d'une manière tout à fait différente que sur les cartes précédentes.

Aucune des espèces d'échinodermes recueillies dans les couches à Nummulites du Vicentin n'ayant encore été trouvée dans la craie, ni dans le terrain tertiaire, M. H. de Collegno (1) en avait conclu que ces couches ne devaient être placées ni dans l'une ni dans l'autre. Mais le calcaire à Nummulites ou calcaire grossier du Véronais et du Vicentin est tellement distinct par ses fossiles, par ses caractères minéralogiques et par la discordance de sa stratification de la scaglia sous-jacente, rapportée à la craie par tous les géologues, que, suivant M. Pasini, il ne peut être réuni qu'au terrain tertiaire. Quant à l'Exogyre qu'Alex. Brongniart croyait être l'*Exogyra columba*, nous avons pu nous assurer qu'il y avait eu une erreur de détermination spécifique, erreur que M. Élie de Beaumont aurait aussi constatée dans la collection de M. Catullo (p. 130). Plus tard, M. Pasini (2) semble avoir pris des Orbitolites pour des Nummulites, lorsqu'il a avancé que, dans les Setti Communi, le calcaire rouge ammonitifère reposait sur un calcaire à Nummulites, lequel, dans d'autres parties des Alpes vénitiennes, renfermait des Sphérulites ou des Hippurites, ce qui plaçait le calcaire rouge précédent dans la formation crétacée. Le même géologue (3) a signalé dans les montagnes des environs de Schio un renversement semblable à celui dont nous avons parlé le long de la vallée de Sernft; les marnes et les grès avec polypiers et Nummulites semblent y être placés sous la *scaglia rouge*, le *biancone* et le *calcaire à Ammonites*.

Lors de la réunion des savants italiens à Venise, M. A. de Zigno soutint (4) que le calcaire à Nummulites du Vicentin, appuyé

(1) *Atti della terza riun. degli scienz. Ital. in Firenze*, in-4. Florence, 1841.
(2) *Atti della sesta riun. degli scienz. Ital.*, p. 537, in-4, 1845.
(3) *Atti della ottava riun.*, etc., p. 628, in-4. Gênes, 1847.
(4) *L'Institut*, 17 nov. 1847.

sur des sables avec *Pentacrinites didactylus*, était parallèle aux couches de Biaritz et reposait sur la scaglia avec *Inoceramus Lamarckii*, et en même temps M. L. de Buch rapprocha les couches correspondantes du col de Tende, du Véronais et de la Bavière, caractérisées par le *Nautilus lingulatus*, de celles de Gap, d'Entrevaux, etc., toujours inférieures aux calcaires et aux schistes à Fucoïdes, équivalents du macigno. Dans une lettre écrite à la suite de cette discussion M. de Verneuil (1) annonça que l'exemple invoqué par M. Pasini, comme contraire à cette manière de voir, n'était en réalité qu'un renversement de couches, qu'aucune Nummulite n'avait été rencontrée dans des assises véritablement crétacées, qu'il n'y avait qu'un seul horizon nummulitique, que celui-ci était tertiaire, puisque partout où le dépôt existe il n'y a point de sédiments tertiaires inférieurs, et qu'enfin il repose sur le représentant de la craie blanche.

Dès 1739, J. Spada, dans son *Corporum lapidefactorum agri Veronensis catalogus*, donnait un dessin du mont Bolca où l'on voit les couches à poissons associées aux couches à Nummulites; depuis lors Alex. Brongniart et d'autres géologues se sont occupés de cette relation. Dans une note annexée à celle de M. J. Ewald, dont nous avons parlé, M. Catullo (2) établit que les couches à Ichthyolites sont au-dessus des Nummulites; mais c'est à tort qu'il rapporte certaine brecciole de Ronca et d'autres localités à la formation tertiaire moyenne ou supérieure, par cette seule raison qu'il y a trouvé des espèces citées par nous dans le calcaire grossier supérieur du bassin de la Seine, lequel appartient au terrain tertiaire inférieur, et non à une période plus récente, comme il le suppose. La brecciole superposée au calcaire à petites Nummulites est donc aussi de la formation inférieure, et il suffit d'y trouver la *Neritina conoidea* pour être convaincu qu'on doit placer le tout, comme le dit M. Ewald, dans le grand horizon nummulitique. La *Nummulina onycomorpha* de M. Catullo paraît aussi n'être que notre *Orbitolites sella* qui abonde à la partie supérieure des bancs à Nummulites avec sa *N. maxima* près de la porte *San-Gregorio* de Vérone. En outre, de ce que les Nummulites du calcaire inférieur sont généralement fort petites, il

(1) Lettre adressée à M. de Koninck (*Bull. de l'Académie de Bruxelles*, vol. XIV, p. 337, 2e part., 6 nov. 1847; — l'*Institut*, 2 fév. 1848).

(2) *Quelques remarques sur les Nummulites*, par *M. J. Ewald*, *suivies d'une note*, par M. C. T. A. Catullo, in-8. Padoue, 1848.

ne s'ensuit pas que ce calcaire soit d'une autre formation que la brecciole et que les couches à poissons placées au-dessus.

M. Pareto (1) regarde les calcaires à Nummulites, qui dans les monts Euganéens se trouvent au milieu de marnes tertiaires, comme semblables à ceux de Gassino près de Turin, lesquels seraient également tertiaires, car il ne peut les séparer de la mollasse environnante. La *Corsà Pederiva* près Pendise, le *Culto della contea*, la montagne des *Forchè*, sont les points signalés plus particulièrement où la relation du calcaire à Nummulites avec les marnes peut être le mieux observée. M. A. de Zigno (2) s'est également occupé des couches tertiaires des monts Euganéens, qui sont des marnes, des grès, des calcaires nummulitiques à grains verts, coupés par des filons basaltiques et trachytiques ; mais on ne voit pas en quoi ces faits prouvent que l'émersion de ce groupe de collines est postérieur au *terrain tertiaire moyen ;* ils nous paraissent établir seulement que les éruptions ignées, aussi bien que l'émersion, sont plus récentes que le terrain tertiaire inférieur auquel appartiennent les strates sédimentaires traversés. Il n'est pas exact non plus de dire que Da Rio ne connaissait pas les Nummulites de Teolo, sujet sur lequel nous nous sommes déjà expliqué (*antè*, vol. II, p. 776) et dont nous traiterons encore ci-après.

Dans des communications ultérieures le même géologue (3) a fait connaître que les corps pris pour des Nummulites et cités dans la craie n'appartenaient point à ce genre de coquilles, et que les couches à Nummulites du Bellunais, que M. Catullo croyait faire partie de la scaglia, étaient, suivant toute probabilité, de l'époque tertiaire. Dans les collines de Monte-Magre (Vicentin) les assises de la craie blanche passent de bas en haut à un calcaire rouge argileux, où disparaissent les Inocérames remplacés vers le haut par des Nummulites. Plus au sud, en longeant le versant occidental de la petite chaîne qui est à l'est de Valdagno, M. de Zigno rencontra des couches remplies aussi de Nummulites (*N. biaritzana*, *polygyrata* et *distans*) avec le *Trochus cumulans*, 2 *Bulla*, dont une voisine de la *B. lignaria*, *Terebellum obvolutum*, des Cérites, Natices, Cônes, Mactres, Cypris et le *Nautilus* qui caractérise

(1) Réunion des savants italiens à Padoue ; séance du 22 sept. 1842.

(2) *Bull.*, vol. XIV, p. 86, 1843.

(3) *Ibid.*, 2e sér., vol. VII, p. 25, 1849. — *Ibid.*, vol. IV, p. 1100, 1847.

cet horizon dans le Vicentin. Le seul fossile appartenant à la craie, poursuit l'auteur, est l'*Apiocrinites elliptícus*, Mill. Mais, d'après les échantillons qu'il a bien voulu nous communiquer, nous croyons pouvoir affirmer que cette espèce diffère du *Bourgueticrinus ellipticus*, d'Orb. (*Apiocrinites id.*, Mill.), de la craie, comme du *B. Thorenti* de Biaritz.

M. Agassiz a réuni, dans son *Tableau général des poissons fossiles* (1), ceux des calcaires marneux du Liban avec ceux du mont Bolca, mais cette association repose uniquement sur l'analogie de certains genres, puisqu'il n'y a aucune espèce commune, et elle a géologiquement peu de valeur. 131 espèces réparties dans 78 genres ont été recueillies dans les calcaires en dalles du mont Bolca, 2 aux environs de Rimini et de Murazzo-Struttia, dans des couches dont l'âge n'est pas bien déterminé, tandis que 7 espèces seulement étaient alors connues dans les calcaires du Liban qui appartiennent à la craie, comme semblent le confirmer les recherches de M. Pictet (2). Dans la classe des poissons, M. Agassiz (3) fait remarquer qu'il en est à peu près de même que dans celles des mammifères et des reptiles; non seulement toutes les espèces sont différentes d'une formation à l'autre, mais encore, à des distances verticales peu considérables dans la série des terrains, les espèces appartiennent à des genres différents qui ne passent pas insensiblement d'une formation à une autre, comme on l'observe fréquemment parmi les mollusques et les rayonnés. Or ce que nous avons dit (*antè*, vol. I, p. 402) serait donc vrai *à fortiori* des poissons, et l'extension géographique des espèces serait moindre encore que dans les classes inférieures. Par conséquent, de ce que les espèces du mont Bolca sont propres à cette localité, on n'est point par cela seul en droit d'en conclure, avec le célèbre ichthyologiste (p. XXVII), que ces poissons appartiennent à une période intermédiaire entre le terrain tertiaire et la formation crétacée, et il serait encore moins rationnel de les placer dans la craie. La position géologique des couches à poissons du mont Bolca et des schistes de Glaris est à la fois une preuve de l'exacti-

(1) In-4.° Neuchâtel, 1844.

(2) *Description de quelques poissons fossiles du mont Liban*, in-4. Genève, 1850.

(3) *Notice sur la succession des poissons fossiles*, p. 25, in-4. Neuchâtel, 1843. — Voyez aussi : J. Heckel, *Sur les poissons fossiles des Etats autrichiens* (*Berichte uber die Mittheil. von Freunden d. Naturwiss.*, vol. III, p. 327, 1848).

tude des premières observations de l'auteur et du peu de fondement au contraire de sa conclusion, puisque les coquilles d'espèces tertiaires ont leur gisement au-dessous de celui de ces mêmes poissons.

Les études récentes de M. Murchison (1) sur les provinces Vénitiennes nous serviront à résumer ce que nous venons de dire, en même temps qu'elles pourront éclaircir des questions restées douteuses, compléter des aperçus imparfaitement démontrés et rectifier quelques erreurs assez accréditées.

Une coupe dirigée du N.-O au S.-E., des hauteurs de Possagno à la plaine de Venise, montre, en allant des couches anciennes aux plus récentes : 1° des assises jurassiques de l'étage d'Oxford ; 2° des calcaires blanchâtres, compactes, avec silex et Ammonites (*biancone* des géologues italiens), parallèles au calcaire néocomien inférieur du versant nord-ouest des Alpes (2) ; 3° la *scaglia* avec Inocérames, Térébratules et *Ananchytes ovata*, Lamk., représentant la craie, comme le *Sewer kalk* et le *calcaire de Seewen*, de la Suisse.

Les caps qui s'avancent dans la plaine, entre Recoaro et Vicence, montrent cette scaglia très développée et recouverte par les calcaires à Nummulites. Près du val d'Agno, au sud de Recoaro, elle supporte des lits de charbon exploités et subordonnés à des argiles schisteuses qui, plongeant comme les roches secondaires, passent sous les collines adjacentes de roches nummulitiques. Ces dépôts charbonneux semblent être les équivalents de ceux de la Suisse et de la Savoie, et l'on en trouve encore au mont Bolca et au mont Viale, près de Vicence.

Dans l'espace compris entre cette dernière ville, Schio et Vérone, les roches sédimentaires sont traversées par des porphyres, des trachytes, des diorites, des basaltes ou des serpentines et par des pépérinos, et les dislocations, comme les interruptions qui en sont résultées, surtout autour de Ronca, de Montecchio-Maggiore et d'autres localités connues par leurs fossiles, rendent l'ordre de superposition très difficile à observer. A l'ouest de Schio, cependant, et au-dessus de Magra, la roche la plus basse qui affleure est la scaglia rouge et blanche avec Inocérames, *Terebratula incurva*, Schlot., *Ananchytes tuberculata*, Def., etc., tandis que le sommet est formé d'assises nummulitiques puissantes. Les couches peu inclinées sont parfaitement concordantes et l'on peut voir le passage d'une formation à l'autre.

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 217, 1849.
(2) La fig. 23, p. 219, indique, au-dessus de *a*, l'étage néocomien supérieur *b* et le gault *c* que l'auteur ne mentionne pas dans le texte.

Il n'y a point ici de strates charbonneux, mais vers le haut la scaglia rouge, fissile, alterne plusieurs fois avec un tuf trappéen basaltique dont les bancs supérieurs sont aussi remplis de Nummulites, que les calcaires gris et durs qui couronnent la colline. Ces tufs paraissent dus à des déjections volcaniques, contemporaines des sédiments sous-marins avec lesquels ils constituent ce qu'Alex. Brongniart appelait le *terrain calcaréo-trappéen*.

Plus à l'ouest la succession des roches est masquée par les éruptions ignées. Ainsi, au nord de St.-Orso près Schio, l'arrivée d'une grande masse de porphyre a complétement interverti l'ordre des couches, du N.-N.-O. au S.-S.-E. Les groupes crétacés recouvrent les assises nummulitiques et celles-ci des calcaires sableux plus récents, le tout plongeant vers le porphyre. La grande quantité de grains verts répandus dans les couches à Nummulites les avait fait prendre pour du *grès vert* par d'anciens géologues.

Les coupes qu'a données M. Murchison, l'une de la plaine de Venise aux Setti Communi, passant par Bassano, Campese et Gallio, l'autre de la même plaine, au-dessus de Possagno, et passant par Asolo, Castel-Cucco et la vallée d'Urgana, font voir une série ascendante et complète, depuis les roches crétacées jusqu'aux dépôts sub-apennins. La formation crétacée y est évidemment concordante avec les véritables sédiments tertiaires inférieurs qui la recouvrent, et, comme l'auteur l'avait jugé vingt ans auparavant, les roches tertiaires inférieures et supérieures de ce pays ont une direction parallèle à celle des roches secondaires et elles ont été soulevées et placées sur la tranche par les forces qui ont aussi affecté les Alpes contiguës. Entre Bassano et Possagno la formation tertiaire inférieure renferme, outre les Nummulites, le *Fusus longævus*, *F. intortus*, *Pleurotoma semicolon*, *Turritella imbricataria* et une série de coquilles et de coraux entièrement distincts des fossiles de la craie. Ce sont des formes tertiaires connues dans le nord de l'Europe, ou bien des espèces propres à la localité.

Lorsqu'on suit plus à l'ouest la même zone dans les montagnes de Bregonze, autour de Vicence et de Schio, ou vers la colline isolée du mont Viale, on trouve ces mêmes assises contenant toutes les coquilles énumérées par Alex. Brongniart, et en particulier : *Cerithium giganteum*, *C. Maraschini* ou *hexagonum*, *Crassatella sulcata*, *Neritina conoidea*, *Bulla Fortisii*, *Pholadomya Puschii* et le *Cardium Theresæ* de Nice, tandis que le *Spondylus cisalpinus* et certains Peignes sont aussi répandus que dans les roches nummulitiques au nord

des Alpes. Les échinodermes de ce pays sont également tertiaires ; ce sont les genres *Schizaster*, *Scutella* et *Echinolampas*, inconnus dans la craie et qui se trouvent dans les dépôts nummulitiques de la Bavière, de la Suisse, etc.

Dans la montagne de Kalisberg, qui domine à l'E. la ville de Trente, les calcaires jaunâtres et sableux des escarpements les plus élevés ne sont que des assises nummulitiques recouvrant les roches secondaires. L'auteur y signale : *Neritina conoidea*, *Voluta ambigua*, *Lucina corbarica*, *Eupatagus ornatus*, *Echinolampas subsimilis*, *Pygorhynchus subcylindricus*, *Echinocyamus profundus*. A Sardagna, sur la rive opposée de l'Adige, les calcaires à Nummulites avec échinodermes, crustacés, Pectens, *Spondylus cisalpinus* et autres coquilles communes au gisement de Castel-Gomberto, recouvrent le calcaire blanc à Inocérames comme sur le versant opposé des Alpes. Leur altitude dans les Setti Communi est d'environ 1600 mètres, mais dans le mont Bondone, au sud-ouest de Trente, ils n'atteignent pas moins de 2273 mètres, suivant M. Perini. Dans ces hautes régions, de même que dans les simples collines du pied méridional de la chaîne, leur position, par rapport à la formation crétacée sous-jacente, est constamment celle que nous avons vue en Suisse et sur tout le versant nord de la chaîne.

D'après M. Murchison le célèbre gisement de poissons fossiles du mont Bolca appartient encore à la formation tertiaire inférieure, et les couches du mont Postale, qui lui est contigu, sont le prolongement de celles du Vicentin. Les calcaires marneux, blanchâtres, jaunâtres, quelquefois tachés de gris bleu ou de brun, sont subordonnés à des assises de pépérino et sont aussi distinctement traversés par les dykes de roches ignées et basaltiques que Brongniart a décrits. Ici, de même qu'à Magra, le pépérino doit résulter de déjections volcaniques contemporaines, tandis que les roches ignées sont postérieures et ont altéré les calcaires. La chaleur dégagée lors des éruptions sous-marines aurait fait périr les poissons comme cela eût lieu à l'apparition de l'île Julia. Le lignite occupe la même position que dans les autres gisements déjà signalés, et les plantes qu'il renferme (dicotylédones, Palmiers, Cocotiers et certaines formes aquatiques) sont rapportées par M. Unger à des types de la période tertiaire inférieure (1). Les *Nummulina Ramondi*, com-

(1) Ad. Brongniart, *Plantes recueillies par son père* (*Mém. du Muséum*, vol. VIII, p. 343).

planata, et de nombreuses Alvéolines se trouvent entre les carrières à poissons, et, tandis que le pépérino, qui contient parfois des Nummulites, occupe les sommets coniques du mont Bolca, au-dessus des calcaires disloqués, de véritables coquilles tertiaires s'observent à la fois dans les calcaires du mont Bolca lui-même et dans ceux du mont Postale.

L'examen des poissons dont nous avons déjà parlé semble confirmer les déductions tirées des autres fossiles, plus encore que les ichthyolites de Glaris. On a vu que la plupart des espèces décrites par M. Agassiz étaient propres à cette localité, ou du moins étaient jusqu'à présent inconnues ailleurs ; mais, de même qu'à Glaris, il y a des genres et en beaucoup plus grand nombre, qui, n'ayant jamais été signalés dans le terrain secondaire, ont encore des représentants dans les mers actuelles (*Fistularia*, *Vomer*, *Torpedo*, *Lophius*, *Diodon*, *Rhombus*, *Clupæa* et *Anguilla*). La présence seule de beaucoup d'espèces de Harengs et d'Anguilles vient compléter la suite des preuves tirées des autres considérations, que les couches du mont Bolca, ainsi que toutes les roches nummulitiques des Alpes, doivent être tout à fait séparées de la craie et considérées comme constituant la véritable formation tertiaire inférieure.

(P. 226.) Si l'on compare actuellement cette dernière dans le Vicentin et le Véronais avec les roches nummulitiques de la Savoie, de la Suisse et des Alpes de la Bavière, on trouve une ressemblance telle qu'on pouvait l'attendre de dépôts du même âge, mais de composition différente, situés à une certaine distance les uns des autres, et qui ont été séparés évidemment par des terres émergées. De chaque côté les véritables équivalents de la craie sont surmontés de calcaires remplis des mêmes espèces de Nummulites, avec un certain nombre de coquilles univalves et bivalves identiques, et dont le parallélisme est encore rendu plus manifeste par l'abondance des échinodermes. Tous ces corps organisés sont complétement distincts de ceux de la période précédente. Sur les deux versants des Alpes ces dépôts, par leurs fossiles, comme par leur superposition à des couches évidemment crétacées, sont donc suffisamment prouvés appartenir à la formation tertiaire inférieure. Que pourraient être les dépôts nummulitiques du Vicentin ou des Alpes suisses, dit M. Murchison, s'ils ne représentaient pas réellement cette formation? car si l'on n'est pas convaincu par la similitude des caractères organiques seuls, du moins doit-on se rendre à la preuve apportée par l'existence d'une grande série non interrompue et non

discordante de couches minces, dont il est clairement démontré que le dépôt a commencé après l'accumulation du calcaire renfermant les vrais fossiles crétacés, pour se continuer pendant un temps fort long. Le système qui comprend le flysch et les calcaires à Nummulites des deux côtés des Alpes est en effet, pour marquer le laps de temps écoulé, un témoin bien plus frappant qu'aucun des dépôts de la formation tertiaire inférieure du nord de l'Europe.

Ce résultat d'un développement plus complet de cette formation, ou au moins de toute sa partie inférieure dans l'Europe méridionale, est parfaitement en rapport avec les faits que la géologie a mis en lumière. Ainsi dans le nord on observe généralement un hiatus entre la craie et les premières couches tertiaires, hiatus occasionné sans doute par quelque dérangement considérable dans cet espace. Sur beaucoup de points la surface de la craie a été dénudée ou ravinée par l'action de vagues tumultueuses, ou de masses d'eau puissantes, et les couches ont été disloquées avant la formation des premiers sédiments tertiaires. Mais il n'en a pas été de même dans les Alpes où les dépôts sous-marins, s'étant continués sans interruption sur beaucoup de points pendant l'une et l'autre période, doivent présenter une plus grande série de couches. M. Murchison fait remarquer aussi que l'on a donné à la présence des Fucoïdes une importance tout à fait exagérée ; car quoiqu'ils marquent généralement en Suisse et en Bavière la partie supérieure de la formation, leurs caractères sont trop incomplets pour qu'ils aient une véritable valeur; de plus, ces formes se retrouvent dans la craie inférieure ou craie grise, au-dessous de la scaglia rouge. Si l'identité des espèces était constatée avec un degré suffisant de certitude, ce qui nous paraît d'ailleurs souvent bien difficile, on pourrait seulement présumer que ces végétaux, d'un ordre tout à fait inférieur, ont supporté les changements survenus dans les conditions physiques environnantes et résisté aux grandes perturbations qui ont affecté et modifié le développement de la vie animale.

Quant à ce que le flysch des versants nord et nord-ouest des Alpes n'offre point sur le versant sud ses caractères minéralogiques, on peut penser que les grès verts et jaunâtres, les assises de marnes et de calcaires schisteux associés avec la zone de Nummulites représentent le flysch du nord ; aussi avons-nous vu récemment M. Studer nommer celui-ci *macigno alpin*, à cause de sa ressemblance avec le macigno supérieur de l'Italie.

Dans sa carte géologique de l'Italie M. de Collegno a marqué Milanais.

une bande étroite s'étendant du lac d'Iséo au lac Majeur, passant par Bergame, Côme et Varèse, et comprenant, suivant la légende, *la craie et les calcaires à Nummulites.* « Je manque jusqu'ici de don- » nées assez détaillées, dit le savant auteur (1), pour séparer en » deux étages les terrains crétacés de l'Italie ; les couches à Hippu- » rites et celles à Nummulites s'y trouvent associées de la manière » la plus intime, et j'ai dû me borner à représenter sur la carte, » par une même nuance, tous les terrains crétacés dans lesquels je » comprends les poudingues et les calcaires à Hippurites de la » Lombardie et des Apennins, les grès à Fucoïdes, ou macigno, de la » Toscane, et le calcaire à Nummulites des Alpes, des Apennins et » de la Sicile. » Cette classification qui tend à confondre les couches à Hippurites et à Nummulites une fois bien comprise, nous n'y reviendrons plus par la suite, non plus que sur la *Carte géognostique de l'empire d'Autriche* où la même réunion a été adoptée, mais nous devons examiner ici quelques uns des motifs invoqués en sa faveur.

La formation crétacée, sur le revers méridional des Alpes, présente de bas en haut, suivant le géologue que nous venons de citer (2) : 1° poudingues souvent employés pour la confection des meules et renfermant quelques Hippurites; 2° grès plus ou moins argileux à Fucoïdes ; 3° calcaire à Nummulites ; 4° marnes bigarrées rouges et bleues. Le poudingue, composé principalement de fragments de roches jurassiques, a une épaisseur moyenne de 80 à 100 mètres ; le grès quartzeux, à grains fins, argileux ou marneux, ne dépasse pas 100 mètres ; le calcaire nummulitique, souvent compacte, a environ 80 mètres et les marnes bigarrées parfois, semblables à certaines couches de la formation jurassique, en ont de 50 à 60. Ces divisions seraient moins tranchées encore que celles de la for-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 404, 1844.

(2) De Collegno, *Atti della terza riun.*, etc., p. 126, in-4. Florence, 1841. — *Sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes* (*Bull.* 2e sér., vol. I, p. 197, 1844 ; — *Ibid.*, 1re sér., vol. XIII, p. 260, 1842). — Voyez aussi : A. et G. B. Villa, *Sulla costituzione*, etc. Sur la constitution géolog. et géogn. de la Brianza, in-8. Milan, 1844. — *Album repertorio scient. artist. litter. di Milano*, n° 11, 1842. — *Cenni geognost. sui terreni terziari della Lombardia* (*Politecnico*, 1839). — Balsamo Crivelli, *Sulla giacitura*, etc. Sur le gisement d'un combustible, près Romano (*Giorn. I. R. Istituto lombardo*, 3 août 1843).

mation jurassique, et l'on observe fréquemment entre elles des passages et des alternances.

Les poudingues discordants avec les assises jurassiques passent vers le haut aux grès à Fucoïdes (*F. intricatus*, *Targioni*, *æqualis*), et la relation de ceux-ci avec les calcaires à Nummulites se voit surtout dans la vallée de l'Adda et sur plusieurs points de la Brianza. Lorsqu'on s'approche du Tessin, le calcaire à Nummulites offre son plus grand développement. Au nord-ouest du lac de Comabbio une colline est entièrement composée de calcaire identique avec celui de Paderno sur les bords de l'Adda. On y trouve, outre les Nummulites, de grandes Huîtres semblables à celles des calcaires nummulitiques des Apennins et de Gassino, et à la partie supérieure (p. 203) « les couches calcaires sont moins puissantes; elles con» tiennent moins de fossiles et elles sont séparées par des assises » minces de marnes micacées avec quelques empreintes de Fu» coïdes. » Ainsi il existe des Fucoïdes immédiatement au-dessus et au-dessous des Nummulites.

Les marnes crétacées supérieures, indiquées entre Imbernago et Paderno, forment des escarpements considérables sur les bords du lac de Varèse. Elles renferment beaucoup de Fucoïdes identiques avec ceux de Vigano, qui sont dans les grès superposés aux poudingues. Au-dessus viennent des calcaires semblables à ceux de Comabbio et de Paderno, « circonstance qui, jointe à la présence » des Fucoïdes, pourrait faire croire que les marnes bigarrées de » Morsolo ne sont qu'une manière d'être particulière des grès à Fu» coïdes ». On remarquera qu'il règne beaucoup de vague dans ces divers rapports, car les calcaires à Nummulites constituent, entre les grès à Fucoïdes et les marnes bigarrées, un horizon trop tranché pour qu'on puisse admettre une fusion entre ces deux derniers étages, et d'un autre côté les caractères zoologiques crétacés ne se montrent avec quelque certitude que dans les poudingues, puisque c'est là seulement que les Hippurites ont été trouvées.

M. de Collegno fait observer (p. 207) que les couches à Hippurites et celles à Fucoïdes, qui, dans le midi de la France, ont été rapportées plus particulièrement à la craie inférieure, sont liées, dans la Lombardie et surtout dans la Brianza, aux calcaires à Nummulites. Ces derniers, dans les Alpes maritimes, ont été classés avec la craie supérieure, d'où il croit pouvoir conclure la contemporanéité des Nummulites et des Hippurites; mais il est facile de voir que cette conclusion n'est pas suffisamment justifiée, d'abord parce que

s'il existe dans le midi de la France des Fucoïdes dans les couches à Hippurites, il est certain que ces couches ne sont nullement contemporaines des grès et calcaires à Fucoïdes, flysch ou macigno de toute la région des Alpes, et qu'elles sont beaucoup plus anciennes, et ensuite parce qu'il y a dans le midi de la France plusieurs niveaux de Rudistes et que les espèces d'Hippurites pas plus que celles des Fucoïdes n'étant indiquées, rien ne prouve que les couches du versant sud des Alpes soient exactement sur l'horizon de celles auxquelles on les compare. Le calcaire à Nummulites, ajoute l'auteur, ayant été compris dans les dislocations du système des Apennins, cela seul prouverait que ce calcaire appartient bien à la formation crétacée. Nous ferons remarquer encore que raisonner ainsi, c'est vouloir démontrer une chose par la chose elle-même. Est-il établi d'une manière directe que le soulèvement des Pyrénées a produit l'hiatus qu'on observe dans le nord entre la craie et le terrain tertiaire inférieur? C'est au moins une question qui peut laisser des doutes et sur laquelle nous reviendrons; mais on peut dire dès à présent que, s'il en avait été ainsi, on comprendrait difficilement que toutes les analogies zoologiques du système nummulitique, plus ou moins redressé dans les Alpes et les Pyrénées, fussent avec les dépôts tertiaires encore en place du nord, tandis qu'il n'existe aucune analogie de cette nature avec les couches crétacées les plus récentes du sud, sur lesquelles on les voit souvent reposer à stratification parfaitement concordante.

L'opinion de M. de Collegno fut adoptée par plusieurs géologues italiens, et lors du congrès de Milan, une course faite à la Brianza, près de Paderno, y fit reconnaître de haut en bas une brecciole nummulitique, un calcaire rouge en partie terreux, des calcaires gris, compactes, sans fossiles et de nouveaux calcaires rouges, masqués en partie par les alluvions des flancs de la vallée. Les couches courent N.-N.-O. et plongent de 60° à l'E.-N.-E. Toutes furent rapportées à la craie et mises sur l'horizon du macigno de la Toscane et de la Ligurie (1). D'après ce qui a été dit ci-dessus, la craie proprement dite ne devrait commencer dans cette coupe qu'au calcaire rouge placé sous la brecciole nummulitique.

Piémont. Collines de Superga et du Montferrat.

Nous avons déjà parlé (*antè*, vol. II, p. 778) des discussions auxquelles avaient donné lieu les calcaires à Nummulites et les sables à

(1) *Atti della sesta riun. degli scienz. Ital.*, p. 557, in-4. Milan. 1845.

Térébratules de Gassino, dans la colline de Superga, près de Turin, et nous rappellerons ici que la plupart des géologues les réunissaient à la craie, M. L. Pareto seul les rapportant au terrain tertiaire inférieur. Pour appuyer la première opinion M. de Collegno (1) se fondait principalement sur une discordance de stratification avec la mollasse et le nagelfluh placés dessus; mais si ces calcaires et ces sables, qui ne renferment d'ailleurs aucun fossile crétacé, appartenaient au terrain tertiaire inférieur, où les Nummulites sont si abondantes, il pourrait y avoir également une discordance due au phénomène qui a séparé la période tertiaire inférieure de la moyenne, et il ne serait pas nécessaire de remonter au soulèvement qui a marqué la fin de la période crayeuse. Néanmoins, dans l'hypothèse de l'auteur, son raisonnement est applicable à toutes les couches nummulitiques du pourtour des Alpes, qui sont concordantes avec la craie et discordantes avec la mollasse, et il présuppose l'absence, dans toute cette région, de dépôts tertiaires inférieurs, conclusion que l'on ne peut admettre d'après un seul ordre de considérations et que les recherches récentes, comme d'autres antérieures, ne paraissent pas confirmer.

Les collines du Montferrat, qui s'étendent de Turin à Alexandrie, sur la rive droite du Pô, sont formées par des roches de sédiment, dont les plus anciennes, à partir de Gassino, se continuent par Casal Borgone et au sud de Verrua, traçant la limite nord du Montferrat. En reprenant la coupe de Gassino à Chieri, M. Murchison (2) fait voir que les marnes micacées plongent au S., deviennent verticales et passent à un grès calcaire, puis que d'autres marnes sableuses affleurent plus haut, verticales aussi, et renfermant une couche subordonnée de calcaire à petites concrétions, tacheté, avec des Nummulites, et courant N.-N.-E., S.-S.-O. Un peu au delà, des calcaires marneux à grains verts leur succèdent, ainsi qu'un calcaire bleu foncé sub-concrétionné, tacheté, dirigé O.-S.-O., E.-N.-E., plongeant au S.-E. de 50° à 60° et recouvert à son tour par un grès calcaire. Aux anciennes carrières ce même calcaire plonge au N., sous un angle très ouvert.

(1) *Essai géol. sur la colline de Superga* (*Mém* de France, vol. II, p. 193, 1837). — *Atti della* [illegible] p. 137, in-4. Turin, 1840. — *Atti della terza* [illegible] in-4. Florence, 1841.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol.

La détermination de l'âge de ce calcaire par la direction de ces masses brisées, comme l'a proposé M. de Collegno, est pour M. Murchison un procédé sans valeur, et il lui suffit d'établir que la masse principale de marnes et de sable court O.-S.-O., E.-N.-E., comme celle des calcaires à Nummulites et celle des conglomérats, des sables et des marnes qui constituent les couches tertiaires moyennes les plus hautes et les plus redressées des collines de Superga et du Montferrat. Le calcaire nummulitique peut être considéré comme un axe irrégulier qui rejette partiellement au N. quelques couches brisées plus récentes, constituant les collines de gypse et autres des bords du Pô et passant sous les strates tertiaires supérieurs de Verrua et de Crescentino, tandis qu'il est suivi au S. par toute la série ascendante de Superga et du Montferrat. Il est d'ailleurs semblable au calcaire de Castel-Cucco, entre Asolo et Possagno, qui forme aussi la limite supérieure des couches à Nummulites.

Les fossiles de ces calcaires nummulitiques placés par le géologue anglais dans le terrain tertiaire inférieur sont la *Nummulina Ramondi*, une petite Térébratule regardée par M. de Collegno comme la *T. gracilis*, Schlot., mais qui paraît en être fort distincte, l'*Ostrea gigantea*, des fragments de Peignes et de polypiers et des dents d'*Oxyrhina Desori*. Les couches sableuses qui recouvrent ces calcaires disloqués sont caractérisées par le *Pecten burdigalensis*, des Pectoncles, des Turbinolies de la formation tertiaire moyenne; aussi toute la surface du pays coloriée comme étant de la craie, dans la carte qui accompagne le mémoire de M. de Collegno, ainsi que sur son *Essai d'une carte géologique de l'Italie*, appartient-elle, suivant M. Murchison, à la formation tertiaire inférieure.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Allioni (Carol.). — *Oryctograph. pedemontanæ specimen*, etc., in-8. Paris, 1757.
Fortis (Albert. J. B.). — *Saggio di osservazioni sulle isole di Cherso ed Osero*. Venet., 1771, 4 pl.
Spada (Jac.). — *Catalogus lapidum veronensium*, etc. Verona, 1739. — *Id.*, 1744, 4 pl.
Zannichelli (J. Hier.). — *Epistol. de lithograph. duor. mont. veronensium de Bassiolo et de Zoppica*, in-8. Veneti, 1721.
Maffei (Scip.). — *Diss. sopra li petrificati corpi marini nei monti veronese*, in-4. Verona, 1747.

Passerii (Giov. Bapt.). — *Diss. de petrefactis agri veronensis*, in-12. Venet., 1752.
Fortis (Alb. J. B.). — *Mém. pour servir à l'hist. nat.*, etc. *de l'Italie*, 2 vol., in-8, 1802. — *Journ. de phys.*. 1801, vol. LII, p. 106, pl. 11. — *Opuscoli scelti di Milano*, vol XXII, p. 145, pl. 3, 1803.
Catullo (Th.). — *Dischulithes de la craie* (*Osservaz. geog. zool. sopra due scritti pubblicati*, etc., in-4. Padoue, 1840.
Scortegagna. — *Nota sopra le Nummoliti e risposa alle osservazioni di sig. Porro* (*Atti della riun. d. scienz. Ital.*, *in Padova*, 1482).
Porro. — *Obiezioni a la nota di dottore Scortegagna sopra le Nummoliti*, in-4. Vience, 1843.

§ 7. **Considérations générales sur les Alpes.**

Après avoir suivi sur le pourtour des Alpes le développement des assises qui y constituent le système nummulitique, leurs modifications, leurs caractères et leurs principales relations avec les couches qui les supportent, comme avec celles qui les recouvrent, nous jetterons, avec M. Murchison (1), un dernier regard d'ensemble sur cette vaste accumulation de montagnes, pour chercher à déchiffrer la loi de quelques unes de ces immenses perturbations, problèmes depuis longtemps posés par la nature et soumis par elle à l'étude patiente et à la sagacité des géologues. Nous ne traitons d'ailleurs ici ce sujet que d'une manière incidente et à cause de ses rapports intimes avec l'objet de ce chapitre, nous proposant d'y revenir plus en détail lorsque nous nous occuperons de la théorie générale des ridements de l'écorce terrestre et des travaux importants qui s'y rattachent.

Dislocations des Alpes. Les caractères géologiques des diverses parties des Alpes montrent que, quel que soit l'axe principal des masses cristallines vers leur centre, la direction de cet axe est aussi celle de tous les dépôts sédimentaires qui les recouvrent de chaque côté. Ainsi dans les Alpes orientales on remarque deux principaux massifs de granite, dont l'un s'étend de l'Iffiger-Spitze au-dessus de Meran aux environs de Brunnecken, et l'autre, presque aussi considérable, dans la haute région près des sources de la Mur, se prolonge sur la rive gauche de ce cours d'eau pour former le noyau des Alpes noriques. Ces ellipses dirigées O.-S.-O., E.-N.-E., marquent distinctement l'axe

(1) *Loc. cit.*, p. 237.

principal des Alpes orientales, dont la continuation est encore indiquée au sud de Vienne par la montagne de Leytha. Cette direction est celle qui a été imprimée à toutes les masses sédimentaires des Alpes orientales, soit de transition, soit secondaires, soit tertiaires, étudiées au nord, jusqu'à la vallée du Danube, ou au sud, jusqu'aux plaines de Venise. Des ellipsoïdes plus petits de roches cristallines se montrent encore dans les Alpes vénitiennes, à Recoaro, et dans la Cima d'Asti, avec la même relation par rapport aux dépôts de sédiments plus récents qui les enveloppent. Tels sont aussi les grands axes des masses cristallines des parties centrales du Tyrol, des Alpes de la Lombardie, le noyau des Alpes suisses et la direction dominante de toutes les roches sédimentaires de ces régions, qui leur sont associées.

A l'ouest du méridien de Berne la chaîne se rapproche d'une direction N., S., et les dépôts sédimentaires très métamorphisés courent parallèlement aux axes des grossières ellipses du Mont-Blanc et du mont Cervin. En suivant la chaîne du N.-E. au S.-O. on passe, des types les mieux caractérisés des roches de sédiment, à des montagnes formées de calcaires secondaires très modifiés. Que les axes dont on vient de parler soient marqués par des apparitions de granite, de syénite ou d'autres roches éruptives, ou qu'ils soient occupés simplement par des couches métamorphiques, il est évident que quelque action puissante a été exercée dans leur direction et qu'elle a affecté toutes les roches de sédiment placées sur leurs flancs, et cela de manière à diriger parallèlement à ces mêmes axes les plissements anticlinaux et synclinaux et les profondes fissures longitudinales.

Les Alpes de la Suisse et de la Savoie sont celles de toute la chaîne qui paraissent avoir été le plus agitées, et c'est peut-être dans cet espace, qui a éprouvé le plus de convulsions, que l'on peut apprendre quelle a été la nature des mouvements et l'ordre dans lequel ils se sont succédé. Il est évident que depuis les couches jurassiques jusqu'au flysch inclusivement, il y a eu une série continue de dépôts sous-marins. De profondes dénudations mettent à découvert toute la série sur les flancs des vallées, là où chaque formation est concordante avec celles qui lui sont contiguës. Toutes ces couches, depuis les dépôts tertiaires inférieurs jusqu'aux plus basses qui soient connues, ont éprouvé des ondulations tantôt rapides, tantôt faibles, et parfois assez énergiques p[illegible]
sionné des renversements complets, phénomènes [illegible]
lieu avant l'entière consolidation des couches s[illegible]

portent aussi à admettre que tous les strates ainsi plissés ensemble ont été accumulés souvent d'une manière continue.

Les flexions des formations calcaires sont surtout parfaitement exprimées le long de la branche d'Altorf du lac des Quatre-Cantons, fissure transverse qui pénètre si profondément jusqu'au centre de la chaîne. Les pentes des montagnes, de chaque côté de cette fente, montrent les divers groupes, depuis l'étage d'Oxford, les calcaires néocomiens inférieur et supérieur, le grès vert, le gault, le calcaire de Seewen ou craie, jusqu'aux étages nummulitique et du flysch, pliés souvent avec une concordance parfaite les uns avec les autres, en courbes nombreuses, dont la rapidité et la grandeur s'accroissent à mesure que l'on s'approche du centre de l'action métamorphique (le Saint-Gothard.). C'est en vain que M. Lusser (1), ne se rendant pas compte de ces effets, a voulu démontrer que les roches à grains verts et les calcaires nummulitiques s'étaient représentés à plusieurs reprises et que les Nummulites existaient dans des couches très anciennes aussi bien que dans les plus récentes. Du Saint-Gothard au lac de Lucerne on reconnaît la connexion intime qui existe entre la ligne de l'axe principal, les plis des couches et les lignes de fracture. Ainsi, entre Brunnen et Flüelen, le centre des plis d'une des masses se montré dans les escarpements opposés du lac et indique que la direction générale de ces contournements est parallèle à l'axe, ou E.-N.-E., O.-S.-O., tandis qu'une ligne de fracture, également visible des deux côtés de la fissure transverse, lui est aussi parallèle. Des flexions ont eu lieu d'abord, des brisures en ont été la conséquence, et les noyaux ou parties intérieures des plis, ainsi que les lignes de dislocation, se sont trouvés parallèles aux unes et aux autres, de même qu'au grand axe de la chaîne.

Les ondulations que présentent les coupes perpendiculaires à la direction de celle-ci sont comme des vagues progressives dont les pentes rapides de la ligne anticlinale sont les plus éloignées de l'axe, tandis que les pentes opposées, les plus longues ou les moins inclinées, sont tournées vers la chaîne même. Cette disposition, analogue à celle que MM. H. D. et W. B. Rogers ont constatée dans les Appalaches, s'observe particulièrement à Sissykon et près de l'embouchure de la Muotta-Thal. Dans la grande courbure des

---

(1) *Nachtragliche Bemerkungen zu der geognostischen Forschung und Darstellung der Alpen vom St-Gothard bis am Zuger See* (*Swiss. Transact.*, vol. I, p. 44).

roches crétacées et nummulitiques vers le Rigi, une immense dislocation a amené les parties les plus récentes du nagelfluh et de la mollasse, avec un plongement inverse, contre les escarpements des roches crétacées inférieures. Il y a là sans doute une faille de plusieurs milliers de pieds, et l'axe de la mollasse, extérieur à la chaîne, court parallèlement à celle-ci comme aux environs de Lucerne. Les couches inclinées et massives de conglomérat et de grès qui forment le Rigi s'étendent sur un espace de plusieurs milles, et les strates les moins anciens, mis en contact avec les roches crétacées, semblent plonger dessous.

Cette grande solution de continuité entre les roches secondaires, les calcaires à Nummulites et le flysch d'une part, et la mollasse avec le nagelfluh de l'autre, est la plus remarquable des dislocations de la Suisse. Cette ligne, partant des pentes du Pilate, suit le flanc sud du Rigi, la rive orientale du lac de Lowerz et les roches tertiaires des passages du Hacken et de Lowerz. Mais ici les masses disloquées de flysch et de calcaire à Nummulites sont intercalées entre des escarpements crétacés sous lesquels elles paraissent s'enfoncer, et les grandes masses inclinées de conglomérat qui constituent le Rossberg, si célèbre par ses éboulements, semblent à leur tour plonger sous la zone nummulitique. Il en est de même de ces assises lorsqu'on les suit vers Einsiedeln où elles inclinent vers l'axe des Alpes.

Ces phénomènes s'observent fréquemment aussi le long du versant nord de la chaîne, autour du Grünten, près de Sonthofen, et entre cette montagne et les Hautes-Alpes. L'escarpement septentrional du Grünten montre la même grande faille que le Rigi et le Rossberg ; le nagelfluh et la mollasse s'y trouvent en contact avec l'étage néocomien inférieur, et à l'ouest de l'Iller toutes les montagnes de nagelfluh paraissent plonger directement sous la zone du flysch. La ligne de fracture entre la mollasse et toutes les couches antérieures, ligne qui s'étend des environs d'Immenstadt dans l'Allgau, passant par Dörnbirn et Hasbach, jusqu'au sud de Bregenz, est encore parfaitement caractérisée dans le canton d'Appenzell, sur les flancs rapides du nord-ouest de l'Hoher-Sentis.

Ce dernier groupe n'est pas seulement une double et triple chaîne ; mais il est formé, comme l'a fait voir M. Escher, de six lignes montagneuses dans lesquelles le grès vert et la craie se répètent avec les roches qui les recouvrent. Des coupes transverses, très rapprochées, montrent comment les alternances apparentes des formations, dont

les bords dénudés affleurent à la surface, résultent de plissements dont les axes, quoique accidentellement verticaux, sont plus souvent obliques ou renversés vers la haute chaîne des Alpes, et présentent leur escarpement principal vers les collines de conglomérat tertiaire plus récent. Il s'ensuit que les roches nummulitiques plongent le plus ordinairement sous des couches plus anciennes; et, tandis que sur le versant sud-est de la montagne elles inclinent du côté des Alpes, recouvrant régulièrement les couches crétacées, sur la pente nord-ouest elles sont comprises entre la mollasse d'une part et les roches crayeuses de l'autre et paraissent plonger sous ces dernières.

On conçoit que les couches soulevées qui enveloppent des ellipsoïdes tels que ceux dont on a parlé doivent présenter des irrégularités dans leur direction, et même diverger de ces centres. C'est en effet ce que l'on observe dans le grand massif elliptique des Grisons et du canton de Glaris, dont l'axe principal est dirigé E.-N.-E., O.-S.-O., mais dont les couches extérieures, là où elles suivent ses contours aux extrémités de l'ellipse, s'écartent considérablement de la direction normale. Les grands ellipsoïdes du Mont-Blanc, du Finster-Aar-Horn, du Saint-Gothard, de la Selvretta, etc., résultent de forces souterraines qui ont agi particulièrement pour chacun d'eux, quoique tous participent à la même direction.

(P. 246.) Après avoir cité d'autres exemples de dislocation qui rentrent dans les précédents, M. Murchison décrit un déplacement très remarquable de couches que l'on observe en montant de la vallée de Sernft par Engi à Elm, puis en traversant le passage de Martin's loch, à 2600 mètres d'altitude, pour redescendre vers la vallée du Rhin supérieur. Cette crête sépare le canton de Glaris de celui des Grisons. La base de la montagne, vers le N.-N.-O., est formée par les schistes, prolongement de ceux qui renferment les poissons, par des grès calcaires et par des calcaires à grains verts et à Nummulites. Ces assises plongent directement au S.-S.-E. sous la montagne et sont recouvertes par une variété de flysch, très quartzeuse, qui semble partiellement altérée. Celle-ci se prolonge jusqu'à une dépression voisine de la crête, où elle est directement recouverte par un calcaire dur, gris, subcristallin, de 50 mètres d'épaisseur et que traverse une sorte de tunnel qui a fait donner à cet endroit le nom de *Martin's loch*. Ce calcaire s'étend d'une manière continue et transgressive sur le flysch; son épaisseur est variable, sa structure tabulaire, et il constitue plusieurs des pics environnants. M. Escher y a

roches crétacées et nummulitiques vers le Rigi, une immense dislocation a amené les parties les plus récentes du nagelfluh et de la mollasse, avec un plongement inverse, contre les escarpements des roches crétacées inférieures. Il y a là sans doute une faille de plusieurs milliers de pieds, et l'axe de la mollasse, extérieur à la chaîne, court parallèlement à celle-ci comme aux environs de Lucerne. Les couches inclinées et massives de conglomérat et de grès qui forment le Rigi s'étendent sur un espace de plusieurs milles, et les strates les moins anciens, mis en contact avec les roches crétacées, semblent plonger dessous.

Cette grande solution de continuité entre les roches secondaires, les calcaires à Nummulites et le flysch d'une part, et la mollasse avec le nagelfluh de l'autre, est la plus remarquable des dislocations de la Suisse. Cette ligne, partant des pentes du Pilate, suit le flanc sud du Rigi, la rive orientale du lac de Lowerz et les roches tertiaires des passages du Hacken et de Lowerz. Mais ici les masses disloquées de flysch et de calcaire à Nummulites sont intercalées entre des escarpements crétacés sous lesquels elles paraissent s'enfoncer, et les grandes masses inclinées de conglomérat qui constituent le Rossberg, si célèbre par ses éboulements, semblent à leur tour plonger sous la zone nummulitique. Il en est de même de ces assises lorsqu'on les suit vers Einsiedeln où elles inclinent ve l'axe des Alpes.

Ces phénomènes s'observent fréquemment aussi le long du v sant nord de la chaîne, autour du Grünten, près de Sonthofen entre cette montagne et les Hautes-Alpes. L'escarpement se trional du Grünten montre la même grande faille que le Ri Rossberg ; le nagelfluh et la mollasse s'y trouvent en con l'étage néocomien inférieur, et à l'ouest de l'Iller toutes gnes de nagelfluh paraissent plonger directement sous flysch. La ligne de fracture entre la mollasse et tou antérieures, ligne qui s'étend des environs d' l'Allgau, passant par Dörnbirn et Hasbach, jusqu est encore parfaitement caractérisée dans le c les flancs rapides du nord-ouest de l'Hohe

Ce dernier groupe n'est pas seulemen mais il est formé, comme l'a fait v tagneuses dans lesquelles le gr roches qui les recouvrent. D montrent comment les alt

e de la théorie
es failles longi-
fractures ont eu
clinaux ou syn-
des roches les
ait voir combien
ent à la plupart
t où les dépôts
ummulites et le
ignes synclinales
axes et dénudés
lghen, etc., où la
chaîne a été telle
ns originairement

our la grande faille
rs; car, dans aucun
èrement superposés
leurs sédiments ont
art de leurs contour-
se déposer sur leurs
fluh, n'a participé aux
et l'autre sont au con-
ntact des couches plus
ordinairement inverse. Il
que, lors de son dépôt, les
es à Nummulites et le flysch
les caractères lithologiques
lui; et l'on peut acquérir la
du Hoher-Sentis, etc., que les
sse et le nagelfluh furent indépen-
contourné et produit les fractures plus

portion inaccessible d'une grande partie
et leurs contournements, les accumula-
ents sur leurs pentes, permettent difficile-
coupes précises de leurs masses, de l'autre,
cette chaîne, dit M. Murchison, nous apprend
e l'indépendance des formations de la non-concor-
interruption des couches dans un espace donné. Ce

trouvé des Ammonites jurassiques près de Karpfstoch. Enfin il est surmonté par une bande de talcschistes et de micaschistes qui ont en partie l'aspect de roches primaires. Suivant M. Escher, cette roche, qui est la plus élevée, serait une portion ou le prolongement des conglomérats et schistes de Sernft, que l'on voit dans la vallée adjacente de Wallenstadt, au-dessous de toute la série secondaire.

Lorsqu'on redescend vers la vallée du Rhin, on retrouve le flysch et les couches à Nummulites, puis, vers le lac de Wallenstadt ou le flanc de la chaîne, toutes les assises secondaires les plus récentes se présentent dans leur ordre naturel (1). Il ne s'agit donc point ici d'un plissement et d'un plongement apparent en sens inverse, mais bien d'un renversement complet des couches anciennes sur les plus récentes, par l'effet sans doute d'une énorme pression partant de l'axe des Alpes. Plus tard se produisit une immense dénudation, à la suite de laquelle le calcaire jurassique et les schistes cristallins n'auront plus laissé que la bande étroite qui constitue aujourd'hui les sommets dentelés de la chaîne.

Le plongement des couches vers le centre d'une chaîne, de telle sorte que les roches anciennes semblent passer sous les plus récentes, a été longtemps un sujet d'étonnement et a été considéré comme à peine explicable par une hypothèse satisfaisante ; aujourd'hui encore, ce fait qui se représente sur les flancs de toutes les grandes rides du globe est loin d'être suffisamment éclairci. M. Murchison avait cherché à en rendre compte dans l'Oural, en supposant, pour cette inversion apparente, que l'extrémité brisée des strates s'était enfoncée dans les cavités produites par la sortie des masses ignées que l'on voit placées de manière à confirmer assez bien cette explication. Mais celle-ci ne peut pas toujours s'appliquer à d'autres chaînes, telles que les Appalaches, pour lesquelles MM. Rogers se sont si ingénieusement servis de leur théorie ondulatoire ou des tremblements de terre, et il est presque également impossible de l'appliquer aux Alpes, à cause de l'absence de masses éruptives qui puissent rendre compte du phénomène par un déplacement. Mais dans presque tous les plis de cette dernière chaîne que l'auteur a étudiée, le côté le plus long de chaque pente anticlinale est tourné vers le centre des Alpes, et le talus le plus rapide ou le plus court du plissement fait face au côté opposé.

(1) Voyez *Statistic von Kanton Glaris*, par de Heer, pour le mémoire et la carte de M. Escher.

où en dehors. Outre cette disposition, qui est la base de la théorie de MM. Rogers, les Alpes montrent encore les mêmes failles longitudinales que les Appalaches, et partout où les fractures ont eu lieu à la fois sur la pente la plus rapide des plis anticlinaux ou synclinaux, le résultat a été un recouvrement latéral des roches les plus anciennes par les plus récentes. M. Murchison fait voir combien les explications de MM. Rogers s'appliquent facilement à la plupart des dislocations qu'il a décrites, et cela partout où les dépôts crétacés sont surmontés par les calcaires à Nummulites et le flysch, et lorsque, après avoir été disposés en lignes synclinales et anticlinales, ils ont été brisés suivant les axes et dénudés ensuite. Telles sont les failles de Dörnbirn, du Bolghen, etc., où la pression exercée du centre vers les flancs de la chaîne a été telle qu'elle a renversé les axes d'une série de formations originairement concordantes entre elles.

Mais une autre explication doit être cherchée pour la grande faille qui sépare la mollasse de tous les dépôts antérieurs ; car, dans aucun cas, la mollasse et le nagelfluh n'ont été régulièrement superposés aux roches préexistantes, aux dépens desquelles leurs sédiments ont été formés. Celles-ci avaient éprouvé la plupart de leurs contournements, lorsque la mollasse commença à se déposer sur leurs flancs, et cette dernière, non plus que le nagelfluh, n'a participé aux plissements qui les avaient dérangées. L'une et l'autre sont au contraire toujours coupés brusquement au contact des couches plus anciennes, et affectent un plongement ordinairement inverse. Il résulte de la composition du nagelfluh, que, lors de son dépôt, les roches secondaires des Alpes, les calcaires à Nummulites et le flysch constituaient des masses solides, avec les caractères lithologiques que nous leur voyons aujourd'hui ; et l'on peut acquérir la preuve dans les massifs du Rigi, du Hoher-Sentis, etc., que les forces qui ont soulevé la mollasse et le nagelfluh furent indépendantes de celles qui avaient contourné et produit les fractures plus anciennes de la chaîne.

(P. 253.) Si d'un côté la portion inaccessible d'une grande partie des Alpes, leurs fractures et leurs contournements, les accumulations énormes de fragments sur leurs pentes, permettent difficilement de tracer des coupes précises de leurs masses, de l'autre, l'étude générale de cette chaîne, dit M. Murchison, nous apprend à ne point déduire l'indépendance des formations de la non-concordance ou de l'interruption des couches dans un espace donné. Ce

savant admet donc avec M. Favre, que, près de Genève et dans quelques parties de la Savoie, la formation nummulitique repose sur les strates jurassiques, sur les calcaires néocomiens ou sur le grès vert (gault), précisément comme l'ont observé M. Sismonda dans les Alpes maritimes et M. Chamousset aux environs de Chambéry ; mais cela prouve seulement que sur ces points les couches crétacées intermédiaires ne se sont pas déposées, ou qu'elles ont été dénudées par des causes locales, avant le commencement des sédiments nummulitiques. Ces faits n'impliqueraient point, pour le géologue anglais, l'indépendance ou le manque de continuité du phénomène sédimentaire, lorsqu'on vient à leur opposer des exemples de superposition et un passage à la craie, comme aux environs de Thone (Savoie), dans les Alpes d'Appenzell et dans les diverses parties de la Suisse et de la Bavière dont nous avons parlé. Cette dernière disposition doit être considérée, suivant lui, comme la règle de l'ordre de succession (1). En outre, d'après quelques coupes particulières de Samoens et de Taninge (Savoie), M. Favre pense que le flysch est aussi indépendant des calcaires à Nummulites que ceux-ci le sont des roches préexistantes, tandis que, dans l'opinion de M. Murchison, si la coupe de Thone ne suffisait pas pour prouver le contraire, une multitude d'autres exemples viendraient établir l'intime liaison de ces deux étages d'un même système.

Les discordances entre les formations secondaires des Alpes seraient d'ailleurs assez rares, si ce n'est entre quelques unes des roches sédimentaires les plus anciennes, celles entre autres qui offrent un clivage schisteux imparfait et qui sont bien distinctes de toutes celles qui leur ont succédé. Mais le plus considérable et le plus frappant des exemples de véritable indépendance est celui que présentent la mollasse et le nagelfluh de la Suisse. Dans ce pays et sur le versant nord de la chaîne, leur séparation d'avec les dépôts

(1) Si l'on tient compte cependant de la superposition des couches nummulitiques dans une partie des Alpes occidentales et méridionales, comme dans tout leur développement à l'ouest et à l'est de cette chaîne, on reconnaîtra que ce *passage* invoqué par M. Murchison est un fait peut-être plus restreint que la non-continuité des couches des deux formations. Les données paléontologiques, ainsi qu'on le verra plus loin, ne permettent guère de douter qu'un phénomène physique assez général n'ait concouru au renouvellement presque complet de l'organisme dans cette portion considérable de la surface du globe.

antérieurs est si profondément marquée, qu'il doit y avoir un hiatus considérable entre eux et le système nummulitique : aussi l'auteur a-t-il cru devoir placer la mollasse dans la formation tertiaire supérieure au lieu de la laisser dans la formation moyenne (*antè*, vol. II, p. 770).

Sur le versant méridional de la chaîne on a vu qu'il y avait une sorte de concordance depuis les roches crétacées jusqu'aux couches tertiaires supérieures, quoique l'axe de soulèvement fût parallèle à celui de la Bavière et de la Suisse où existe le grand hiatus ; aussi M. Murchison admet-il que, sur le versant italien, un soulèvement parallèle, postérieur à celui qui redressa les Nummulites et le flysch, a relevé le bord extérieur des roches tertiaires les plus récentes, dans les montagnes de Bassano et d'Asolo. Il y aurait, en outre, dans les collines du Montferrat et de Superga, des couches qui viendraient y représenter le grand hiatus du nord et marquer une sorte de passage des dépôts tertiaires inférieurs aux supérieurs.

On peut donc, sans sortir de la région des Alpes, arguer pour ou contre l'indépendance de plusieurs formations, suivant l'espace que l'on considère. A ce sujet, l'auteur rappelle qu'en Angleterre la formation houillère est généralement concordante avec le calcaire carbonifère, mais que ce qui est vrai pour l'ouest de l'Europe ne l'est plus dans certaines parties de la Bohême et de la Pologne, où de grandes dislocations se sont produites après le dépôt du calcaire carbonifère et avant celui des couches houillères. Le premier est très incliné avec les strates dévoniens et d'autres plus anciens, tandis que les secondes sont horizontales. Il ne doute pas non plus que de grands changements de limite n'aient eu lieu, à diverses reprises, suivant des directions parallèles, non seulement dans une même chaîne, mais encore sur la même ligne, ainsi qu'il l'a constaté dans le système silurien de l'ouest de l'Angleterre.

CHAPITRE IV.

FORMATION NUMMULITIQUE DES APENNINS.

En suivant la formation nummulitique sur les flancs des Pyrénées et sur le pourtour des Alpes, il nous a presque toujours été facile de déterminer sa limite inférieure ou sa séparation d'avec les roches secondaires sous-jacentes, ainsi que sa limite supérieure ou sa séparation d'avec les dépôts tertiaires moyens, car nulle part nous n'avons rencontré un autre système de couches que l'on pût regarder comme parallèle à la formation tertiaire inférieure du Nord. En outre, la répartition des corps organisés, leur fréquence et surtout leurs caractères bien prononcés qui les éloignent autant de la faune crétacée qu'ils les rapprochent au contraire de celle de la première période tertiaire, nous ont permis de tracer avec certitude, sur un vaste horizon et d'une manière presque continue, la place de ce système de couches dans la série géologique. Mais, à mesure que nous nous avancerons vers le S. ou vers l'E., cette précision de rapports et de caractères nous manquera souvent, soit parce que l'étude de ces pays est moins avancée, soit parce que le sol y a été plus tourmenté, les couches plus altérées, ou parce qu'elles diffèrent moins de celles sur lesquelles elles reposent, soit enfin par la rareté comparative et quelquefois l'absence plus ou moins complète de fossiles déterminables.

Il y aurait peut-être quelque témérité à prononcer aujourd'hui sur l'âge de certaines couches qui, dans toute l'Italie, des deux côtés des Apennins et jusque dans leur centre, ont été rapportées à la formation crétacée, et la sage réserve de M. Murchison à l'égard de beaucoup d'entre elles devrait sans doute être imitée ; nous ferons remarquer cependant qu'il est bien difficile de croire qu'un ensemble de dépôts aussi considérable que celui que nous venons d'étudier sur les pentes des Alpes n'ait aucun représentant dans la péninsule italique, située à une aussi faible distance. Si donc on admet *à priori* que des équivalents doivent y exister, il ne sera peut-être pas impossible, en analysant et en comparant avec soin ce qui a été écrit

sur ce pays, en éliminant les opinions hasardées, les assertions sans preuves, les conclusions prématurées, les mauvaises déterminations de fossiles, etc., d'arriver, par les lois de l'analogie, qui suppléent quelquefois heureusement à l'observation directe, à découvrir ces équivalents présumés. Nous chercherons si l'on peut y retrouver, pour base du système, ce même horizon nummulitique qui nous a été si utile jusqu'à présent, et, si nous rencontrons au-dessus des assises occupant la place du flysch, ou des schistes et calcaires à Fucoïdes recouverts à leur tour par des sédiments tertiaires moyens, il semble qu'il en devra résulter une grande probabilité que les équivalents cherchés existent réellement.

Les plus grandes difficultés paraissent être d'abord de séparer les couches à Nummulites, que nous supposerons être la continuation de celles que nous venons d'examiner, des assises sous-jacentes, mal caractérisées par leurs fossiles, et ensuite la ressemblance de ces dernières avec celles qui sont au-dessus des Nummulites, ce qui dans beaucoup de cas les a fait regarder comme formant un seul tout.

§ 1. Toscane.

Environs de Florence.

Tondi et Brocchi rapportaient à la grauwacke la *pietra serena* des environs de Florence, qui est un grès ou macigno gris bleuâtre, composé de grains de quartz et de mica blanc agglutinés par un ciment argilo-calcaire. L. Pilla (1), qui n'était pas non plus éloigné d'adopter cette opinion, regarda comme du calcaire de transition les pavés de Florence, lesquels proviennent de bancs subordonnés au macigno. Quant au grès des Apennins, entre cette ville et Bologne, ses caractères minéralogiques étant un peu différents, il les rangea dans les grès secondaires à lignites (*iron sand* et *green sand*) de la position desquels il ne se rendait pas non plus compte.

Dans une excursion faite à l'ouest de Florence, et particulièrement au lieu appelé Mosciano, près de Scandici, déjà décrit par M. P. Savi, la section de géologie du congrès des savants italiens (2) a reconnu que le macigno, comprenant la *pietra serena*, si employée dans le pays, forme les couches visibles les plus basses; que ces bancs sont

(1) *Osservazioni geognostiche*, etc. Observations géognostiques sur la route de Naples à Vienne, p. 50-70, in-8. Naples, 1834.
(2) *Atti della terza riun. degli scienz. Ital.*, p. 144, in-4. Florence, 1841. — *Bull.*, vol. XIII, p. 313, 1842.

arqués, qu'au-dessus reposent d'un côté et de l'autre des argiles et des calcaires *alberese*, et qu'au milieu de cet ensemble de strates, à partir de l'endroit où ils inclinent au S.-O., il y a des bancs subordonnés de calcaires nummulitiques. Ces derniers, sur les hauteurs environnantes et dans les collines tournées vers la Pesa, sont recouverts d'assises de macigno grossier ou *pietra morte*.

D'après M. Pasini (p. 148) ces faits prouveraient qu'ici, comme dans les provinces Vénitiennes, le calcaire à Nummulites est au milieu de la craie. Il en serait de même dans les montagnes au sud du Bellunais, dans le nord de l'Italie, et, en se dirigeant à l'est vers l'Istrie et la Dalmatie, le système à Nummulites crétacé devient de plus en plus prédominant. Ce classement, comme on l'a vu, a été combattu depuis et généralement repoussé. Contrairement à l'opinion de M. de Collegno, le même géologue croit que ces strates à Nummulites sont très différents de ceux de Gassino près Turin, qu'il regarde comme tertiaires (1).

M. de Collegno (2) qui, dans son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, a réuni sous la même teinte le groupe néocomien, les autres assises crétacées, les calcaires à Nummulites et le macigno, le tout comme appartenant à la craie, distingue néanmoins deux étages dans le macigno de la Toscane : l'inférieur, qui est un calcaire compacte, blanchâtre ou jaunâtre, en bancs épais, séparés par des lits minces d'argile ou de marnes schisteuses ; le supérieur, qui est arénacé et constitue le véritable macigno. Le passage de l'un à l'autre se fait par des alternances répétées de couches minces des deux roches principales. Les fossiles sont rares dans le premier étage, si ce n'est vers le haut où se trouvent ces calcaires à Nummulites, si constants, dit l'auteur, depuis les Pyrénées jusqu'en Turquie, et qu'il met en parallèle avec celui de Gassino, quoique sur ce dernier point les couches arénacées supérieures manquent tout à fait. Les assises à Nummulites de Mosciano qui font partie des calcaires du macigno

---

(1) Il n'est pas inutile de faire remarquer que dans ces discussions les géologues qui rapportent les mêmes couches tantôt au terrain tertiaire inférieur et tantôt à la craie, ou bien qui admettent qu'il y a des Nummulites tertiaires et des Nummulites crétacées, ne s'occupent jamais d'étudier ces coquilles, ni de les comparer entre elles et avec des espèces dont le gisement soit bien déterminé.

(2) *Note sur les terrains de la Toscane* (*Bull.*, vol. XIII, p. 263, 1842).

appartiennent par conséquent à la craie. Dans les couches arénacées supérieures on ne rencontre que des *Fucoides intricatus*, *Targioni*, etc.

Sur les pentes sud-ouest des Apennins le macigno n'a pas subi de modifications importantes lors du soulèvement de la chaîne, mais il n'en est pas de même au voisinage des serpentines, dans la Toscane centrale et dans presque toute la Maremme où les calcaires deviennent semi-cristallins, noirâtres ou bleuâtres, et sont pénétrés de veines blanches spathiques. Les schistes sont à l'état d'ardoise, quelquefois même de schiste talqueux et micacé, et le *gabbro-rosso* n'est qu'une modification du macigno au contact de la serpentine.

Lors de la réunion des savants italiens à Milan, L. Pilla (1) cita pour la première fois un fragment de soi-disant Hamite qui, suivant la tradition, aurait été trouvé dans le macigno de Florence par Micheli, mais qui a été perdu depuis et dont on ne connaît aujourd'hui que le moule en plâtre déposé à l'Université de Pise. Le croquis que Pilla (2) a donné de ce moule, et que le dessinateur a ensuite amélioré, représente un corps indéterminable. De plus, une Ammonite a été recueillie par M. Pentland dans ce même macigno, et M. L. Pareto en a rencontré une autre dans ce qu'il nomme aussi le macigno de la Ligurie. Aucune étude de ces corps ne paraît avoir été faite; ils n'ont point été déterminés spécifiquement, et cependant ils constituent à eux trois à peu près tous les arguments zoologiques sur lesquels on s'est appuyé pour rapporter à la formation crétacée le macigno des Apennins.

On a vu ce qu'étaient les prétendues Bélemnites trouvées en Suisse avec des Nummulites; nous ne savons s'il en sera de même de ces moules de coquilles céphalopodes; mais à ce sujet M. Chamousset (3) a fait remarquer, avec raison, que l'Ammonite rencontrée par M. Pareto pouvait provenir originairement de couches plus anciennes, ce à quoi ce dernier géologue a répondu que cela n'était pas possible, parce que les fossiles étaient très rares dans le macigno, et qu'on ne devait pas s'étonner d'y rencontrer des Ammonites, puisque ce macigno appartenait à la craie. Cette double assertion serait peu propre à appuyer l'opinion de son auteur; car, d'une

(1) *Atti della sesta riun.*, etc., p. 554, in-4. Milan, 1845.
(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. II, pl. 4, 1846.
(3) *Atti della ottava riun.*, etc., p. 643, in-4. Gênes, 1847.

part, l'extrême rareté des fossiles et surtout des Ammonites, dont on ne cite que deux échantillons dans des couches depuis si longtemps explorées et exploitées, rend très probable leur non-contemporanéité avec ces couches; et, de l'autre, M. Pareto essaie de prouver une chose par la chose elle-même, raisonnement vicieux que nous avons déjà vu employé pour fixer l'âge des calcaires à Nummulites. Nous ferons observer d'ailleurs que l'Ammonite des environs de Florence a été extraite d'une couche placée *sous* un banc de Nummulites avec coquilles tertiaires (p. 643). Or comme ici la concordance des couches ne prouve rien de plus que dans les Alpes, et que le véritable macigno est *au-dessus* des Nummulites, les données zoologiques pour placer ce dernier dans la craie restent sans valeur, et nous verrons plus loin qu'il en est de même de quelques autres fossiles dont on s'est aussi prévalu pour appuyer ce rapprochement. Nous insistons sur ces faits de détail, à cause de l'importance exagérée qu'on leur a attribuée et dont on a tiré des conséquences forcées. On ne peut rien déduire, suivant nous, de deux ou trois échantillons qui ne sont point déterminés spécifiquement, et dont le gisement primitif n'a pas même été très rigoureusement constaté.

Ayant donné une idée des caractères du macigno des environs de Florence, nous reprendrons l'examen du système auquel il appartient, dans la partie du nord ou apennine de la Toscane, en marchant du S.-E. au N.-O., d'Arezzo à la Spezzia, et nous étudierons ensuite la partie sud et littorale ou des Maremmes, qui est séparée de la précédente par la grande bande de terrain tertiaire supérieure s'étendant de Livourne à Orvieto et au delà.

Macigno de l'Apennin.

Dans son *Mémoire sur la vraie position géologique du terrain de macigno en Italie et dans le nord de l'Europe* (1), L. Pilla commence par poser en principe l'identité du dépôt appelé *macigno* non seulement dans toute l'Italie, mais encore dans la Sicile, sur les deux versants des Alpes, dans les Pyrénées, la Grèce, la Turquie, etc., c'est-à-dire qu'il regarde comme démontré ce qui ne pou-

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 149, 1846, 1 pl. — *Compt. rend.*, vol. XX, p. 97 et 921, 1845. — *Boletino ofic. de minas*, n° 19, fév. 1845. — *Saggio comparativo*, etc. Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie, in-8. Pise, 1845. — *Atti della sesta riun.*, etc., p. 517 et 567, in-4. Milan, 1844-45. — *Lettera al sig. Murchison* (*Estratta del Cimento, fasc. sett. et ott.*, 1847).

vait être alors qu'une simple présomption ; puis il traite successivement : 1° *des caractères et des divisions du terrain crétacé en Italie ; 2° de la comparaison du terrain crétacé de l'Italie avec celui de la France et de l'Angleterre ;* 3° *de l'indépendance du macigno et de sa position géologique* (1). (P. 150.) L'auteur divise le *terrain crétacé de l'Italie* en deux étages, le supérieur composé de macigno, l'inférieur du calcaire à Hippurites. Le macigno comprend l'*alberese* ou calcaire marneux, alternant avec des schistes, et le macigno proprement dit. En général, le premier est superposé au second que caratérise les *Fucoides intricatus, furcatus* et *Targioni*. Pilla cite les Nummulites de Mosciano, près Florence, et d'Alberona dans la Pouille, mais sans les décrire, et il mentionne aussi les moules de coquilles céphalopodes dont nous venons de parler.

Le *terrain crétacé inférieur ou hippuritique* est aussi divisé en deux étages, le calcaire nummulitique à la partie supérieure, et le calcaire néocomien au-dessous. D'après F. Hoffmann et M. Gemellaro il y aurait en Sicile un calcaire blanc, celluleux, avec des Nummulites, des Hippurites, des Spatangues, l'*Ostrea vesicularis* et quelques traces d'Ammonites, s'étendant des environs de Trapani au cap Passaro. Ce même calcaire blanc existerait à l'extrémité orientale du mont Gargano (2), puis dans la Pouille, au mont Majella, et dans les Abruzzes. Cet étage, qui manquerait dans la Toscane, se retrouve dans les Alpes vénitiennes, d'après M. Pasini, qui cite des Nummulites dans la scaglia de Tenez (3).

Quant à la superposition du macigno au calcaire *nummulitico-*

(1) Nous aurions pu passer plus rapidement sur cette première partie du travail de Pilla ; mais il nous a paru nécessaire d'entrer dans quelques détails pour discuter certaines assertions qui nous ont paru plus que basardées. Malgré les généralités que ce mémoire renferme, nous avons dû en parler dès à présent, parce que d'autres travaux, qui l'ont suivi de près, y font souvent allusion.

(2) Les échantillons de cette localité, dont nous parlerons plus loin, ne renferment que des Nummulites, toutes connues, sans traces d'Hippurites, et rien ne prouve que les calcaires blancs à rudistes contiennent des Nummulites.

(3) Les savants réunis au congrès de Venise ont reconnu qu'il n'y avait point de Nummulites dans la craie, et qu'il existait en cet endroit un renversement des couches qui avait induit en erreur M. Pasini.

hippuritique (1), elle existerait, suivant M. Pareto (2), près d'Alessio et d'Albenga, où le macigno se voit recouvrant d'une part ces mêmes couches à Nummulites et de l'autre le calcaire jurassique. En Italie le macigno se montrerait constamment indépendant du calcaire *hippurito-nummulitique*.

(P. 151.) En comparant le *terrain crétacé* de l'Italie avec celui de la France et de l'Angleterre, Pilla dit que, contrairement à certains géologues qui mettent le macigno les uns *au-dessous* de la craie blanche, les autres au même niveau, il croit qu'il est *supérieur* à cette même craie blanche et qu'il doit en être séparé. Mais, quoique le fait soit vrai, les motifs sur lesquels il s'appuie sont inadmissibles et reposent sur des erreurs manifestes. Ainsi, la craie de Tercis, dit-il, lorsqu'on se dirige vers Bayonne, se remplit de Nummulites ; or il n'y a aucun rapport entre les couches crétacées de Tercis et les couches à Nummulites des environs de Bayonne ; elles diffèrent les unes des autres par leurs caractères minéralogiques et zoologiques aussi bien que par leur stratification. Les Nummulites de Peyrhorade, continue-t-il, sont semblables à celles d'un calcaire blanc du mont Gargano, où il y a des Hippurites ; mais les Nummulites de la première de ces localités n'appartiennent pas aux couches crétacées de ce pays et celles de la seconde ne sont point associées aux Hippurites, quoique ces deux genres de fossiles s'y trouvent dans des roches assez semblables et très voisines. Ainsi, bien que le macigno soit réellement plus récent que la craie, et même que les couches à Nummulites, cette première preuve n'en est pas moins fausse.

La seconde, tirée de l'âge de la craie de Maëstricht, est fondée ; la troisième, déduite de la présence des Actéonelles et surtout de l'*Acteonella gigantea*, d'Orb., dans le calcaire *nummulitico-hippuritique*, est aussi exacte, quoique d'une faible valeur ; mais la quatrième, empruntée à quelques expressions de M. Leymerie, est évidemment forcée, car ce dernier n'a jamais pensé à réunir les couches nummulitiques des Corbières aux couches à Hippurites du même pays, pour en former un seul système. Nous ferons remarquer encore que la conclusion est exacte, lorsque Pilla dit que le macigno est supérieur au calcaire à *Nummulites épicrétacé* dans

---

(1) On remarquera que, malgré cette dénomination précise, l'auteur ne cite aucune espèce d'Hippurites ni de Nummulites.

(2) *Actes du congrès de Turin*, p. 109. — *Id. du congrès de Lucques*, p. 241.

la Ligurie, mais qu'elle est établie sur un rapport faux, c'est-à-dire sur la réunion des couches à Nummulites avec d'autres de l'âge de la craie tufau ou plus anciennes. Cette observation s'applique également à la superposition des calcaires à Fucoïdes, aux Nummulites, près du lac de Lauzanier.

Ce que nous venons de dire suffit pour montrer la manière dont a procédé Pilla dans ses rapprochements géologiques, et nous ne le suivrons pas dans l'énumération des preuves qu'il donne que son calcaire *nummulitico-hippuritique* de l'Italie représente toute la craie du nord-ouest de l'Europe: les lecteurs au courant de cette partie de la science y reconnaîtront facilement un mélange de faits vrais dont les conséquences ne le sont pas, de faits douteux regardés comme démontrés, de fossiles d'une classe rapportés à une autre, etc.

Plus loin (p. 156) l'auteur s'attache à prouver l'indépendance du macigno par rapport à la craie; mais ses motifs perdent beaucoup de leur importance, si l'on sépare les couches à Nummulites sur lesquelles il repose des couches à Hippurites, et si l'on repousse, comme nous sommes porté à le faire, l'assimilation de ces mêmes couches à Nummulites avec la craie blanche du nord-ouest de l'Europe. De ce que les espèces de Nummulites du macigno ne sont pas les mêmes que celles du calcaire inférieur, et Pilla ne désigne spécifiquement ni les unes ni les autres, et de ce que les calcaires à Nummulites n'existent point partout où se trouve le macigno, il ne s'ensuit nullement qu'ils appartiennent à des formations distinctes. C'est ainsi qu'on a vu dans le bassin de la Seine les *Nummulina variolaria*, *lævigata* et *planulata*, caractériser chacune un horizon particulier, les sables moyens, le calcaire grossier inférieur et les sables du Soissonnais qui n'existent point partout simultanément et que l'on n'a cependant jamais songé à regarder comme des formations différentes. Au reste, c'est par un motif absolument semblable que Pilla lui-même (p. 171) établit deux divisions dans son *terrain hétrurien*, qu'il partage en *supérieur* et en *inférieur*.

Les preuves invoquées pour faire du macigno un terrain particulier sous le nom de *terrain hétrurien* ne nous paraissent donc pas plus fondées que celles par lesquelles les calcaires à Nummulites sont associés avec les couches à Hippurites, et lorsque dans le tableau (p. 162) l'auteur met ces calcaires à Nummulites au niveau du grès vert su-

---

(1) *Nouvelles observations sur le terrain hétrurien*, *Ibid.*, p. 163.

périeur et au-dessous de la craie blanche, on doit croire que, pour certaines localités, il aura confondu avec des Nummulites des Orbitolites associées à des rudistes, tandis que pour d'autres il aura placé sur le même horizon des couches vraiment nummulitiques, sans rudistes, mais renfermant un grand nombre d'espèces tertiaires et appartenant alors au grand niveau des Nummulites. Celles-ci sont surmontées par les schistes à Fucoïdes et le vrai macigno des Alpes, dont celui de la Toscane reste indépendant.

Dans un autre mémoire, qui suit immédiatement le précédent, Pilla rend compte des observations qu'il a faites vers le haut de la vallée du Tibre, où une coupe qui s'étend de cette vallée jusqu'à Villa, en passant par Monte Santa-Maria, montre successivement un poudingue, une mollasse très friable et des marnes bleuâtres avec du lignite subordonné. A ces dernières succèdent, d'une manière continue, des marnes compactes avec des nodules de charbon (stipite), et qui prennent insensiblement les caractères du macigno, mais sans calcaire albérèse et sans Fucoïdes. Près de la ferme de Cerreto on y trouve de petites Nummulites, et, aux environs de Trevina, des lits de silex noirâtres y sont subordonnés. Plus loin la roche redevient nummulitique et renferme des polypiers et des coquilles de formes tertiaires. Afin de déterminer la position relative de ces couches, si souvent semblables au macigno, avec le véritable macigno des environs, l'auteur complète la coupe précédente près de Villa et constate que ces calcaires nummulitiques ne se trouvent que dans l'assise arénacéo-marneuse qui avoisine le plus les couches tertiaires moyennes précédentes avec lignite, et que cette même assise passe insensiblement au vrai macigno de la vallée de Borgo San-Sepolcro; de sorte qu'elle forme avec celui-ci un tout continu, suivant une direction N. 45° O.

Pour concilier l'opinion émise précédemment avec ces nouveaux faits, Pilla conclut que les couches à Nummulites et à fossiles tertiaires doivent être associées au macigno à Fucoïdes et constituer la *partie supérieure du terrain hétrurien*, où elles forment un étage particulier. Ici les deux étages se trouvent réunis, mais le plus ordinairement on les rencontre séparés, et il rapporte au supérieur les montagnes élevées qui s'appuient contre le *Gran Sasso*, tel que le Pizzo di Sivo, de 2420 mètres d'altitude, et où les assises se lient au terrain tertiaire moyen comme celui-ci au supérieur. Appuyé sur ce petit nombre d'observations, Pilla n'hésite pas à prononcer (1. 172) « que la question de l'âge du terrain nummulitique des Pyrénées

» et des Alpes est complétement éclairée. Les terrains de Biaritz, » des Corbières, de Gassino, de Comabbio, du Vicentin sont les » étages supérieurs du terrain hétrurien. »

Pour le Vicentin en particulier, laissant de côté la prétendue *Gryphæa columba*, coquille que nous nous sommes assuré n'être point celle de la craie, l'auteur cite les poissons du mont Bolca et les plantes de la même localité, placés par M. Agassiz et M. Gœppert dans une faune intermédiaire entre la craie et le terrain tertiaire; mais, comme il oublie de parler des mollusques qui apportent une preuve en sens inverse, beaucoup plus solide, et cela par des motifs biologiques assez connus, l'accord qu'il suppose, à son point de vue, entre la géologie et la paléontologie hétrurienne n'existe pas; et nous allons voir en outre, que la règle géologique qu'il croyait avoir découverte dans cet endroit reculé de la vallée du Tibre n'est au contraire qu'une exception. Pilla convient en effet (p. 173, *nota*) que M. Studer met les couches à Nummulites et fossiles tertiaires des Diablerets *au-dessous* du macigno à Fucoïdes, et que M. A. Sismonda en jugea de même au col du Lauzanier; or on a vu que c'était là en effet la relation normale sur toutes les pentes des Alpes. Ainsi c'est contre un ordre de superposition constant et continu, dans un développement de plus de 300 lieues de long, de Nice à Vienne en Autriche, et sur une grande partie des versants est et sud de la chaîne que l'auteur du *terrain hétrurien* apporte le fait isolé des environs d'Arezzo dont il veut faire la règle !

« Il semble donc qu'en Italie, ajoute-t-il (p. 177), il n'y a pas » de terrain tertiaire *éocène*, et, à ce que je puis juger, il n'y en aura » pas non plus dans toute la zone méridionale de l'Europe à la- » quelle mes recherches peuvent s'étendre. » D'après cette manière de voir il n'y aurait plus de terrain tertiaire inférieur dans l'ancien continent que les petits bassins du nord-ouest de l'Europe, et l'on ne voit pas alors pourquoi on réserverait dans la chronologie des terrains une place aussi importante à des résultats si bornés et qui ne seraient plus en réalité que des accidents locaux.

Dans une édition italienne de son mémoire, publiée la même année avec quelques additions, L. Pilla (1) consacra une note fort étendue (p. 63) à prouver l'existence du *terrain hétrurien supérieur* bien caractérisé et celle d'un mélange d'espèces propres à la craie

(1) *Distinzione del terreno etrurio tra piani secondari del Mezzogiorno di Europa*. Pise, 1846, avec deux planches de fossiles.

et au terrain tertiaire; mais ses conclusions sont encore inadmissibles, car elles reposent sur des déterminations inexactes. Ainsi, la coquille représentée sous le nom de *Gryphæa columba* n'est point la coquille de la craie tufau, non plus que celle du Vicentin. Des Orbitolites, désignées depuis sous les noms d'*O. radians* et *stellata*, mais figurées longtemps auparavant par Fortis, ont été prises pour la *Siderolina calcitrapoides*, Lamk., de la craie de Maëstricht; le corps appelé *Apiocrinites ellipticus*, Mill., et figuré aussi par M. Sant-Agata (1), n'a pas même une ressemblance éloignée avec le crinoïde de la craie; on a démontré aussi que le *Guettardia stellata*, Mich., et le *Plagiostoma spinosa*, Sow., avaient été cités à tort dans les couches à Nummulites du bassin de l'Adour, etc.

Si nous avons donné quelque étendue à cet examen critique des derniers travaux de Pilla, c'est parce que les idées qu'ils renferment avaient eu un certain retentissement des deux côtés des Alpes, et que nous devions par conséquent rechercher avec plus de soin jusqu'à quel point elles supportaient l'analyse et pouvaient s'accorder avec les faits. Personne plus que nous n'apprécie d'ailleurs les services que ce géologue a rendus à d'autres parties de la science, principalement à l'étude des phénomènes ignés modernes, et nous regrettons que notre cadre ne nous permette pas de reproduire les principes généraux par lesquels il termine son travail (p. 179), principes hors de toute contestation et qui sont aussi ceux adoptés par l'un des professeurs les plus éminents de notre époque.

Dans l'Apennin de Pistoja, l'*alberese*, ou calcaire subordonné au macigno, ne renferme que des foraminifères, particulièrement des Nummulites, puis des Fucoïdes. M. P. Savi (2) répète la citation des trois moules de coquilles polythalames, sans rien ajouter de plus précis à leur égard, et signale, au-dessous du macigno, des bancs calcaires et des schistes argileux alternants, sans fossiles, sur l'âge desquels il ne se prononce pas. Dans les montagnes de ce pays le macigno et l'albérèse courent du N.-E. au S.-O.

Le même savant, qui avait déjà publié diverses notices (3) et donné une *Carte géologique des Monts Pisans* (4), a repris ce dernier sujet

(1) *Ann. delle sc. nat. di Bologna*, vol. I.
(2) *Considerazioni geologiche*, etc. Considérations géologiques sur l'Apennin de Pistoja. Florence, 1845.
(3) *Nuovo Giornale dei litterati.*
(4) Pise, 1833.

plus complétement (1) et a distingué dans ces montagnes, dont le point culminant, *Croce ai Termini*, atteint 1569 brasses, trois groupes principaux qui sont : 1° macigno, schistes argilo-marneux et calcaires subordonnés; 2° calcaire gris avec silex et calcaire marneux à Fucoïdes; 3° calcaire gris clair avec silex et calcaire rouge ammonitifère. Au-dessous viendraient, d'après ce que l'on connaît dans d'autres parties de la Toscane, des calcaires avec des fossiles univalves et bivalves, puis le *verrucano* à la base de tous les dépôts sédimentaires.

En décrivant les trois premiers groupes qui entrent dans la composition des Monts Pisans, l'auteur s'abstient d'employer des expressions systématiques qui pourraient préjuger, dit-il, des questions de parallélisme et de rapport d'âge encore douteux. La direction des couches, très variable en Toscane, ne peut être d'aucun secours pour le classement des divisions que l'on établit. Dans le plus grand nombre des cas l'albérèse et le macigno sont concordants, ainsi que ce dernier, avec les schistes argilo-marneux et calcaires subordonnés; mais, entre ceux-ci et le calcaire gris à silex sous-jacent, il y a une discordance prononcée, les calcaires étant plus redressés que les schistes marneux placés dessus. Les bancs d'albérèse et de macigno qui alternent d'ailleurs entre eux passent aussi les uns aux autres.

M. Savi, qui a discuté les vues de Pilla, mais avec des données insuffisantes pour les combattre, a exposé aussi quelques aperçus théoriques, tout en exprimant ses doutes sur les parallélismes proposés, et en faisant remarquer qu'il reste à prouver si les Nummulites supérieures au macigno diffèrent de celles qui sont dessous, si celles des Pyrénées sont semblables à celles inférieures au macigno d'Italie, etc. En résumé, il pense que la question est encore trop peu éclaircie pour adopter l'une ou l'autre des opinions émises jusqu'alors; néanmoins il finit par placer le macigno et l'albérèse dans la formation crétacée ou *terrain secondaire supérieur*, formation qu'il divise comme il suit dans les Monts Pisans :

(1) *Sulla costituzione*, etc. Sur la constitution géologique des Monts Pisans. Pise, 1846. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 1 des *Notices*, 1847. — *Sull carbon fossile*, etc. Sur le charbon fossile de la Toscane (*antè*, vol II, p. 788).

Formation crétacée des Monts Pisans.	Supérieure. .	Calcaire compacte avec Nummulites sphériques et autres foraminifères.
		Calcaire albérèse avec silex pyromaques.
		Id. avec Fucoïdes et sans silex.
		Grès macigno et schistes marno-argileux; Fucoïdes et Ammonites rares.
		Schistes marno-argileux avec quelques calcaires bigarrés à Fucoïdes.
	Inférieure . .	Calcaire gris (*cupea*) avec silex.
		Calcaire marneux jaunâtre, alternant avec des schistes marneux à Fucoïdes.

Macigno des parties littorales de la Toscane.

Dans le golfe de la Spezzia MM. Savi et Pareto (1) ont signalé un renversement de couches, par suite duquel le macigno se trouve sous le calcaire jurassique, circonstance que l'on observe encore sur d'autres points (2).

Les coupes de Coregna et de Campiglia données par M. Coquand (3) montrent une discordance complète entre les formations jurassique et crétacée, discordance qui se manifeste aussi dans les montagnes du Pisan à Mazzaccuoli, à Suvereto, sur les flancs du mont Calvi, à la base du Monte-alla-Croce, sur la route de Monte-Rotondo à Massa. Les Nummulites paraissent être très répandues dans le macigno de ces mêmes localités et surtout à Monte-Rotondo, Pereta, Manciano, etc. Pour les *Fucoides Targioni*, *intricatus* et autres invariablement cités dans les descriptions des géologues, ainsi que pour les trois moules de coquilles de céphalopodes qui ont le même privilége, nous avons déjà insisté sur le peu d'importance qu'on devait y attacher.

Les caractères minéralogiques de la craie, poursuit l'auteur, sont très simples; sa partie inférieure est occupée par un schiste grisâtre, marneux (*galestro*) où commence à se montrer un calcaire bleuâtre, traversé par des veines spathiques blanches (*alberese*); la partie supérieure est formée par un grès micacé (*macigno*) très répandu dans toute l'Italie.

(P. 194.) M. Coquand pense que tous les géologues sont d'accord pour considérer le *terrain crétacé* de la Toscane comme l'équivalent du grès vert; mais outre que cet accord n'existe pas, ainsi qu'on

---

(1) *Atti della terza riun.*, etc., p. 117, in-4. Florence, 1841.

(2) Voyez aussi : J. Russegger, *Geognostische Reisen in Modena in Jahr* 1843. Voyage géol. dans le duché de Modène (*Neu. Jahrb.* 1845, p. 562). — Hamilton, *Observations géologiques sur quelques parties de la Toscane* (*Philos. Magaz.*, déc. 1844). — Toschi, *Sur les terrains qui environnent le petit volcan* (*terreno ardente*) *de Pietra Mala* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 473, 1849).

(3) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 94, 1848.

a pu en juger, il resterait à savoir à quel grès vert l'auteur fait allusion. Est-ce au *supérieur* placé entre la craie tufau et le gault? Est-ce à l'*inférieur* qui représente le groupe néocomien ? Ou ne serait-ce pas au gault, qui dans le sud de la France et dans les Alpes est souvent désigné sous le nom de *grès vert?* « Enfin, dit-il en terminant, la formation crétacée, caractérisée par la présence des Fucoïdes et des Nummulites, correspond au système du mont Viso. » C'est sans doute au système de couches redressées par le soulèvement du mont Viso que M. Coquand a voulu faire allusion ; mais c'est là une opinion qui lui est particulière, la plupart des géologues qui rapportent ces mêmes couches à la craie les regardant comme soulevées par le système pyrénéo-apennin. Nous parlerons plus loin des filons de Pereta, qui traversent le macigno dans la province de Grossetano et dont M. Coquand a aussi donné une fort bonne description (1) ; nous traiterons également, dans le chapitre IV de la *seconde partie* du présent volume, des modifications qu'a subies le macigno par l'introduction des roches ignées et des produits métallifères.

M. L. Pareto (2) a dû hésiter à rapporter au *verrucano* ou bien au macigno les schistes talqueux ou luisants de la partie méridionale de l'île de Gorgona, ainsi que les schistes plus cristallins encore de sa partie nord, dont la direction est différente. La profonde altération que ces couches ont éprouvée et l'absence complète de corps organisés rend impossible toute détermination exacte de leur âge, et il en est à peu près de même dans l'île d'Elbe, comme nous le dirons en décrivant ci-après les phénomènes ignés qui ont si souvent attiré l'attention des voyageurs et des naturalistes.

Observations de M. Murchison. Si les géologues italiens ont éprouvé tant de difficultés à débrouiller la succession des roches qui constituent l'Apennin et ses contre-forts, et surtout à en déterminer les vrais rapports chronologiques, on doit croire que ces difficultés sont très réelles lorsqu'un savant comme M. Murchison, dont le coup d'œil est si sûr et si juste et qui possédait parfaitement tous les éléments de la question, est resté lui-même dans une profonde incertitude à l'égard de ces rapports. Quoique moins compliqués que les Alpes, dit-il (3), et ne

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 91. 1848.
(2) *Sulla costituzione geognostica*, etc. Sur la constitution géognostique de la Capraja et de la Gorgona (*Atti della terza riun.*, etc., p 119, in-4; Florence, 1841, 3 pl. de cartes et coupes).
(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 263, 1849.

contenant aucune trace des formations anciennes qui ont été constatées sur plusieurs points de cette dernière chaîne, les Apennins offrent beaucoup de questions encore enveloppées d'une certaine obscurité. M. Pareto pense que le *verrucano* ou le dépôt le plus ancien de la Péninsule peut représenter le trias, mais aucune donnée paléontologique n'est encore venue confirmer cette supposition. A part les roches ignées, M. Murchison admet que les principales masses minérales de l'Italie sont de bas en haut : 1° des calcaires et des schistes ; 2° des grès durs et des calcaires impurs souvent compactes ; 3° des marnes, des sables et des conglomérats. La plus inférieure de ces trois divisions comprendrait à la fois, dans certains pays, les formations jurassique et crétacée ; la seconde, les roches crétacées supérieures et les roches tertiaires inférieures des Alpes ; et la troisième, les dépôts tertiaires moyens et supérieurs et les sédiments quaternaires. Il repousse d'ailleurs positivement la réunion qu'a faite M. de Collegno, dans son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, des calcaires à Nummulites et du macigno avec la craie.

(P. 276.) Si l'on ne tient pas compte d'un grès à grain fin qui, dans les Alpes, les Apennins et les Alpes apuennes, ressemble beaucoup au macigno, mais dont les rapports soit avec la craie, soit avec le terrain tertiaire inférieur, sont encore très incertains, il paraît constant que, partout où il n'y a pas eu de renversement, le macigno est associé aux roches nummulitiques ou leur est superposé. Quoique autour de Florence la base de la série crétacée manque de certitude, on peut s'assurer que tout l'ensemble du grès macigno et de l'albérèse de la Toscane repose sur le calcaire secondaire principalement jurassique, dans les collines du Pisan à l'ouest, au mont Cetona et à Campiglia au sud, puis dans l'Apennin central de Monte-Verame à Citta di Castello à l'est. Le nom d'albérèse est d'ailleurs si indifféremment appliqué à tous les calcaires de teinte claire, purs ou impurs, plongeant sous le macigno ou alternant avec lui et renfermant ou non des Fucoïdes, qu'il serait hasardé de s'en servir pour essayer de tracer la limite des terrains secondaire et tertiaire. Néanmoins M. Murchison signale une ressemblance frappante entre le macigno supérieur des Apennins et le flysch de la Suisse, et une grande analogie avec ce que l'on observe sur certains points des Alpes, où il n'existe pas non plus de limite tranchée ou d'interruption entre les couches les plus basses qui renferment des Nummulites et les bancs placés au-dessus et au-

dessous. C'est ce qui a fait comprendre par Pilla, sous le nom de *terrain hétrurien*, des couches secondaires et des couches tertiaires, et ce qui rend sa dénomination comme la chose qu'elle exprime tout à fait inadmissible, car la partie supérieure du *terrain hétrurien* n'est pour M. Murchison que la formation tertiaire inférieure des Alpes, laquelle contient par places des bancs de Nummulites et est recouverte en outre par une grande masse de grès macigno.

Dans la coupe du calcaire à Nummulites de Mosciano près de Florence, coupe déjà signalée (*antè*, p. 138), M. Murchison fait voir que le calcaire gris (*alberese*) avec Fucoïdes forme au-dessus de San-Martino une sorte de dôme, contre lequel s'appuient, au S.-S.-E., des schistes, des calcaires à Nummulites, et enfin une assise puissante de grès macigno. Tout ce système concordant plonge régulièrement, au S.-S.-E., sous des angles de 20° à à 10°, et les couches à Nummulites se trouvant ici dans la partie inférieure du macigno, recouvertes par une beaucoup plus grande masse de cette dernière roche, ces diverses assises pourraient représenter l'ensemble de la formation nummulitique et du flysch des Alpes. Dans les collines de Pistoja, et partout sur les bords de la vallée de l'Arno, des coupes du macigno sont mises à découvert. La roche grise ou gris verdâtre est un grès calcarifère un peu micacé, avec des grains de schistes noirs, qui fournit la pierre à bâtir du pays. En remontant l'Arno, au-dessus de Florence, des bancs épais de calcaire albérèse offrent de rapides ondulations, et plongent sous une masse considérable de macigno qui à Monte-Consuma renferme des bancs de Nummulites et qui est très développé entre Arezzo et Pérouse. Elle constitue les collines du bord oriental du lac Trasimène, et en cet endroit ses caractères minéralogiques sont tels que les anciens géologues avaient désigné la roche sous le nom de grauwacke.

§ 2. États-Romains.

D'après MM. Orsini et Alex. Spada Lavini (1), la formation crétacée, qui occupe une grande partie des Abruzzes et de la province d'Ascoli, est composée de grès compacte (macigno), à grains de quartz et à ciment calcaire, semblable à la mollasse tertiaire

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 408. 1845.

moyenne du même pays (*antè*, vol. II, p. 800). Ce grès constitue toutes les sommités du Pizzo di Sivo (2420 mètres d'altitude), s'étend au S. jusqu'à la chaîne du monte Corno, et forme en général la partie principale de cette région de l'Apennin. Lorsqu'il est schisteux, il fournit des ardoises grossières, et quelques indices de lignite sont les seules traces de corps organisés qu'on y ait rencontrées. Une marne calcaire grise, qui se délite naturellement en petites écailles, d'où le nom de *scaglia* qu'elle porte aussi dans le pays, est subordonnée au macigno, et, entre ses bancs, se montre un calcaire nummulitique blanchâtre, gris ou noirâtre, à cassure inégale, anguleuse, dont les parties spathiques sont dues à des Nummulites disséminées. Lorsque celui-ci atteint une grande épaisseur, comme à Grotta-Grande, près d'Acqua Santa, la *scaglia grise* avec laquelle il alterne passe à un calcaire sableux à Fucoïdes. On y trouve des galets de trachyte identiques avec la *masegna* des monts Euganéens, galets qui prouvent l'existence de cette roche à une époque déjà bien ancienne.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que la coupe générale (pl. XI, fig. 1), jointe à la note précédente, diffère des détails que nous venons de rapporter, en ce qu'on y voit très clairement se succéder, à partir de la dolomie et des calcaires jurassiques à silex, le calcaire rouge ammonitifère (*majolica*), le calcaire à Nummulites, la *scaglia gris cendré*, distincte de la véritable scaglia du pied méridional des Alpes, le calcaire sableux à Fucoïdes, puis au-dessus le macigno, auquel succèdent les divers dépôts tertiaires. Ainsi il n'y aurait pas cette subordination des trois roches, indiquée dans le texte, mais il existerait au contraire une succession et une superposition directe, parfaitement d'accord avec la composition générale du système nummulitique.

Par suite de cette communication M. H. Michelin (1) a présenté quelques observations qui tendaient à rapporter ces assises à la formation tertiaire inférieure et à démontrer la faiblesse des motifs invoqués pour les placer dans la craie. Cette régularité et cette simplicité des couches sur ce versant des Apennins paraissent résulter, comme le fait observer M. Murchison (2), de l'absence des roches ignées si répandues à l'ouest de la chaîne.

---

(1) *Ibid.*, p. 414.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 281. 1849.

(P. 280.) Le bord occidental de l'Apennin, de Foligno à Rome, n'offre point de macigno, mais au sud de Narni et dans les montagnes de la Sabine, à l'est de Rome, où les calcaires sont évidemment crétacés, on retrouve ceux-ci surmontés de roches nummulitiques et de macigno, surtout entre Tivoli, Palestrine et Subiaco. Le calcaire principal de ce pays renferme des Hippurites, même lorsqu'il est à l'état de marbre et qu'il prend le nom d'*occhio di pavone*. Après avoir subi des plissements très rapides le long d'une coupe E., O., faite à travers la chaîne, on le voit à Olevano recouvert d'un calcaire sableux avec des Nummulites et des Peignes. Toute la série calcaire plonge ensuite sous les grès macigno, semblables à ceux de la Toscane. A Subiaco, ces grès inclinés à l'O. ont au-dessus d'eux des conglomérats tertiaires horizontaux, et les bancs qui les séparent des couches à Hippurites sont encore des calcaires blanc sale ou jaunâtre, sableux, remplis de Nummulites et de Peignes. Dans les carrières d'Agosta la roche ne diffère point de la *pietra forte* des environs de Florence.

Les deux chaînes calcaires qui bordent la vallée Latine ou du Garigliano sont réunies par le macigno qui, à un niveau plus bas, constitue le fond de cette longue dépression. La chaîne de gauche est formée des calcaires que l'on observe dans le reste de l'Apennin, et qui, suivant M. Ponzi (1), font partie de la formation crétacée; ils sont d'un blanc pur, jaunâtre ou gris clair, compactes ou arénacés, renfermant des Nummulites et des Fucoïdes, et semblables au *cerogna* des Marches (2). Le calcaire de la rive droite est argileux, gris verdâtre ou de diverses teintes. On y remarque des Hippurites, quelquefois d'une grande taille, blanches ou spathifiées, à Rocca di Cavi, etc., et il est plus ancien que les couches de la rive gauche (3). Le macigno superposé à ces chaînes est semblable à celui des pentes des collines calcaires des Apennins où, toujours vers la

---

(1) *Osservazioni geologiche*, etc. Observations géologiques faites le long de la vallée Latine (*Raccolta scientifica;* Gennajo, Rome, 1849).

(2) Le calcaire ainsi désigné par M. Ponzi dans la collection qu'il a envoyée à Paris ne nous a point paru renfermer de Nummulites, mais on y voit un Peigne très voisin de certaines espèces propres à la formation que caractérisent ces foraminifères. Cette roche accompagne des marnes à Fucoïdes.

(3) Un échantillon de la même collection, étiqueté comme présentant une Hippurite, ne nous a montré que deux veinules calcaires

partie basse du sol, il occupe la vallée de l'Ombrie. On y trouve aussi des bancs de combustible plus ou moins bitumineux. Dans la chaîne de gauche, les strates à Nummulites courent N.-O., S.-E. et plongent au S.-O.; dans celle de droite, ils sont dirigés presque N., S. et plongent à l'E. Le macigno placé dans leur intervalle se conforme aux mouvements des calcaires, mais il se relève principalement sur le côté de la vallée, là où il surmonte les assises nummulitiques. Les dépôts plus récents du fond même de la vallée masquent les affleurements des strates qui, de part et d'autre, semblent converger vers son axe. L'auteur présume que, suivant ce dernier, il existe une faille par où se sont fait jour les produits ignés (voy. *posteà*, deuxième partie, chap. IV, § 2).

§ 3. Royaume de Naples.

L. Pilla (1) avait mentionné, au mont Gargano, sur la côte de l'Adriatique, des calcaires à Nummulites, des calcaires à Fucoïdes et de la craie à Hippurites reposant sur des assises jurassiques avec des Nérinées, et M. Pierre de Tchihatcheff (2), qui a constaté la présence des mêmes assises, range dans deux étages celles qu'il rapporte à la formation crétacée; l'un de ces étages représenterait la craie blanche, l'autre la craie tufau. Au mont Saracino, qui fait partie du même massif, un calcaire compacte blanc est rempli de Nummulites, parmi lesquelles le savant voyageur cite la *N. lævigata*. Rien ne prouve donc l'assertion que les Nummulites soient associées aux Hippurites. Les échantillons de cette localité que M. Murchison a bien voulu nous communiquer nous ont présenté, outre l'espèce précédente, les *N. spira*, *Molli* et *discorbina*. Les caractères minéralogiques des calcaires à Hippurites blancs, compactes, durs et siliceux, sont d'ailleurs très différents de ceux à Nummulites, lesquels sont blancs à la vérité, mais tout à fait grossiers (3).

---

convergentes, qui paraissent avoir été prises pour des traces de rudistes.

(1) *Atti della terza riunione*, etc., p. 171, in-4. Florence, 1841. — *Id. della sèttima riunione*, p. 577. Congrès de Milan, 1845.

(2) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*, in-8. Berlin, 1842. — *Descript. géogn. du mont Gargano.* (*Neu. Jahrb.*, 1er cah. 1841. — *Bull.*, vol. XII, p. 412.)

(3) R. I. Murchison, *loc. cit.*, p. 283.

L. Pilla (1) a donné de plus quelques généralités sur les caractères et la distribution du macigno et sur les couches à Nummulites et à Fucoïdes du sud de l'Italie. Après avoir mis d'abord ces étages en parallèle avec la craie blanche ou supérieure, il a voulu plus tard en faire un groupe distinct placé au-dessus. Ce que nous avons dit (*antè*, p. 142 et suivantes) nous dispense de revenir ici sur cette classification.

Sicile. Au cap Passaro, dit M. C. Prévost (2), les calcaires blancs, durs, cristallins, presque horizontaux, reposent sur des roches volcaniques anciennes, au contact desquelles ils ont été modifiés. Les assises inférieures renferment des Hippurites et les supérieures sont presque entièrement composées d'Alvéolines et de Nummulites. L'auteur n'affirme pas avoir vu les Nummulites et les Hippurites dans le même banc, mais il a constaté une concordance parfaite dans la superposition et les rapports des diverses couches en contact; leur identité minéralogique ne permet pas de séparer, suivant lui, celles de la base de celles du sommet de l'escarpement. F. Hoffmann (3) avait cru reconnaître, à la limite des deux formations, un mélange des fossiles de l'une et de l'autre, mais on conçoit que ce mélange existât-il au contact, ne serait pas un argument suffisant pour établir leur liaison géologique.

§ 4. Iles de Corse, de Sardaigne et archipel Baléares.

Corse. M. J. Reynaud (4) avait, dès 1830, reconnu la liaison des grès à Nummulites des hauteurs de l'Asiano, d'une part avec les calcaires grenus et saccharoïdes et les schistes talqueux, de l'autre avec les calcaires à Nummulites; il pensait alors que l'influence des serpentines avait dû puissamment contribuer aux changements survenus dans les couches sédimentaires, et il avait été frappé de l'analogie de ces résultats avec ceux que l'on observe aux environs de Gênes. Ces idées fort justes n'étaient pas sans mérite pour le temps où elles furent émises, et M. L. Pareto (5), en donnant ensuite

(1) *Réunion des savants italiens à Padoue en* 1842, séance du 28 sept. — *Saggio comparativo*, etc. Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie, in-8. Pise, 1845.

(2) *Bull.*, 2[e] sér., vol. II, p. 26, 1844.

(3) *Ibid.*, 1[re] sér., p. 176, 1832.

(4) *Mémoire sur la géologie de la Corse* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 1, 1833).

(5) *Cenni geognostici sulla Corsica* (*Atti della terza riun. degli*

beaucoup plus de détails sur ce même pays, n'a pas été plus loin que son devancier dont il cite à peine le travail.

Le terrain secondaire occupe, dans la partie orientale de la Corse, une zone qui, commençant au cap de ce nom, s'étend au S. jusqu'à Porto-Favone et à l'O. jusqu'à Corte, comprenant ainsi plus d'un tiers de la surface de l'île. Ce terrain, que l'auteur désigne sous le nom de *schistes talqueux*, est formé de couches très variées où prédominent des schistes talqueux verdâtres, plus ou moins cristallins, passant à un schiste argilo-talqueux gris et onctueux. Il y a des conglomérats à ciment argilo-talqueux, des sables avec talc, divers calcaires, soit cristallins et presque saccharoïdes, blancs ou veinés, avec du talc et ressemblant à un marbre cipolin, soit seulement sub-compactes ou argilo-terreux et ressemblant à un schiste calcarifère. Cet ensemble de couches, d'apparence fort ancienne, appartiendrait cependant, pour la plus grande partie, à la période nummulitique, et les coupes que donne M. Pareto, faites transversalement à la direction des couches, sont très propres à montrer la composition et la disposition de ces alternances, ainsi que leurs relations avec les produits ignés, et le passage des roches sédimentaires non altérées à celles qui sont parfaitement cristallines.

Ainsi, dans le massif des montagnes de l'Asiano, succèdent aux granites, des grès quartzeux, ressemblant quelquefois au verrucano, puis une roche terreuse, calcarifère, assez analogue au macigno et formant la crête de Fornello, enfin des calcaires avec des Nummulites qui paraissent être semblables à celles des Alpes maritimes et des Basses-Alpes (1). Dans le nord de l'île, la coupe d'Algaiola, par Belgodere, aux montagnes della Serra di Tenda, indique, à partir du granite de Belgodere, une roche quartzeuse, micacée, ressemblant au micaschiste et au gneiss, mais dont l'âge reste indéterminé. Lorsque l'on continue à marcher vers l'E., on remarque au delà une masse puissante de conglomérat courant N., S. et inclinée à l'E., formée de gros éléments (porphyre euritique, eurite, granite à petits grains et quartz) reliés par un ciment talqueux, et comparable aux conglomérats du verrucano de la Toscane et de la Ligurie, d'ailleurs beaucoup plus anciens. Au-dessus est une assise puissante

---

sci. ital., p. 544 et 601, in-4; Milan, 1844-1845). *Id.*, imprimé à part. sans date ni lieu d'impression, avec cartes et coupes.

(1) Les Nummulites provenant de la Corse, que nous avons vues au Muséum d'histoire naturelle, étaient peu déterminables.

divisée en lits minces, de calcaire foncé, compacte, quelquefois un peu schisteux et avec les Nummulites précédentes; puis viennent un banc de sable, un banc calcaire, un nouveau conglomérat semblable à celui de la base et auquel succèdent des schistes argilo-calcaires, des bancs de macigno et d'autres schistes ou macigno-schisteux.

La coupe transverse de la Serra di Pigno, entre San-Fiorenzo et Bastia, montre, à l'ouest du golfe, les schistes talqueux courant N., S. et plongeant à l'E. pour se relever dans le voisinage du granite. Sur la côte orientale de ce même golfe, les bancs tertiaires inclinent à l'O., puis se redressent contre les montagnes formées d'abord de bancs assez épais de calcaire compacte, gris blanchâtre, puis de schistes talqueux, passant par places à un gneiss talqueux et qui plongent à l'O. Au delà est un calcaire presque vertical ou avec un pendage à l'E. Lorsqu'on descend vers Bastia, on voit de nouveau les schistes talqueux incliner à l'O. et au-dessous les schistes talqueux verts plonger sous la montagne et former avec ceux de l'autre versant une disposition en éventail, due sans doute à la présence des serpentines qui avoisinent Bastia.

Ces roches schisto-talqueuses ne pénètrent nulle part dans les grandes vallées ou fentes profondes du massif granitique de l'ouest, contre lequel elles sont simplement adossées, et elles prouvent que la formation de ces vallées est postérieure à leur soulèvement, comme on le reconnaît aux environs de Corte, là où se réunissent le Tavignano et la Rustonica. Le cours du Golo, qui a sa source dans la vallée granitique de Niolo, traverse les schistes talqueux et les diverses roches associées, percées çà et là par des serpentines, et l'on peut se faire une idée complète de la composition de ces assises et des modifications qu'elles ont subies. Dans la partie sud où il n'y a pas de serpentines, et qui est assez éloignée des autres roches éruptives, les caractères sont moins altérés.

(P. 20.) M. Pareto pense que tout ce système est intimement lié et appartient à la formation crétacée, de même que les couches correspondantes des Alpes et de l'Italie septentrionale, et il attribue leur aspect souvent cristallin aux phénomènes du métamorphisme. Il fait cependant remarquer que, dans la Ligurie et la Toscane, où se rencontrent surtout des roches analogues à celles de la Corse, beaucoup de schistes talqueux, particulièrement ceux qui ont l'aspect le plus cristallin, font partie du verrucano, lequel est certaine-

ment plus ancien que la craie, soit qu'on le rapporte à la formation jurassique, soit qu'on le fasse descendre jusqu'au trias.

Peut-être le système crétacé de l'île de Corse, tel que le comprend l'auteur, permettrait-il d'y reconnaître la même série que dans la Ligurie, c'est-à-dire de bas en haut : calcaire à Nummulites, grès, argile schisteuse et calcaire, modifiés aussi dans la Ligurie en schiste talqueux ou argileux, luisant, et en calcaires plus ou moins grenus ou compactes, puis macigno et enfin calcaire à Fucoïdes. Ce dernier ne paraît pas cependant pouvoir être distingué en Corse.

Géographiquement, cet ensemble de couches talqueuses peut représenter une partie de la formation crétacée modifiée qui, en Italie, commence au nord des Apennins de la Sabine, et s'étend dans la Toscane et la Ligurie, interrompue quelquefois par des portions de roches éruptives, ou bien recouverte par des dépôts tertiaires dans les anciens golfes. Elle se lie sous la mer aux couches de la Corse, comme le prouvent les lambeaux de macigno soulevés par les granites de Monte-Cristo, les schistes, le *galestro*, les calcaires à Fucoïdes et le *gabbro rosso* de l'île d'Elbe, enfin les schistes talqueux et le macigno de la Gorgona. Ce système de couches passe aussi dans les Alpes occidentales.

Le calcaire et le grès à Nummulites ne se trouvent en Sardaigne que dans le voisinage d'Orosçi et sur le plateau du mont Cordiga. Le grès semble réunir le calcaire à Dicérates et à Nérinées du mont Galtelli à la formation tertiaire sub-apennine dont les couches sont concordantes avec celles sur lesquelles elles reposent. La craie est en outre représentée, surtout dans la partie orientale de l'île, par des calcaires à Hippurites (1). Sardaigne.

M. A. de la Marmora (2) cite dans les îles de Majorque et de Minorque un ensemble de couches composé de macigno, de calcaires à Fucoïdes et de dolomies, qu'il compare aux roches du même nom de la Ligurie et de la Toscane, mais dans lesquelles nous ne voyons pas qu'il ait rencontré de Nummulites. Majorque et Minorque.

(1) A. de la Marmora, *Atti della sesta riunione*, etc., p. 563, in-4. Milan, 1844-1845.

(2) Observations géologiques sur les îles de Majorque et de Minorque (*Mém. de l'Acad. de Turin*, vol. XXXVIII, p. 50, 1835).

§ 5. Résumé du chapitre IV.

Si nous réunissons, comme faisant partie d'une même formation, les diverses couches dans lesquelles on a constaté la présence de véritables Nummulites, sur les deux versants de l'Apennin et dans les îles voisines, puis les grès macigno et les calcaires à Fucoïdes qui les accompagnent ou les recouvrent, nous verrons que cet ensemble de strates, généralement bien limité à sa partie supérieure, puisqu'il est surmonté sans intermédiaire par des dépôts tertiaires moyens, ne l'est pas aussi exactement à sa base où des couches nettement caractérisées par des fossiles de la craie supérieure n'ont pas encore été reconnues.

La concordance de ses premières assises avec celles qui les ont précédées et certaines ressemblances minéralogiques entre les roches sont-elles des motifs suffisants pour qu'on place ce système dans la craie, et peut-on, en s'appuyant seulement sur des caractères presque négatifs, le séparer de celui que nous avons vu former un horizon si constant et composé de la même manière sur les flancs des Alpes et des Pyrénées, là où il repose sur la craie blanche et où il est aussi recouvert par des dépôts tertiaires moyens? On n'y a jamais cité d'espèces fossiles réellement crétacées, et nous devons insister sur ce fait, tandis que les Nummulites sont les mêmes que celles de la grande zone dont nous venons de parler. N'y a-t-il pas d'après cela beaucoup plus de raison pour admettre que c'est la craie supérieure ou la craie blanche qui manque dans la région des Apennins, que pour prétendre qu'elle y est représentée par ce même macigno, avec les calcaires à Nummulites et à Fucoïdes, lesquels ont leur équivalent partout où existe la craie blanche elle-même dans la zone méditerranéenne, et en sont indépendants?

Les opinions sur l'âge et la position géologique du macigno et des couches à Fucoïdes ou à Nummulites tels que nous les considérons ici ont été on ne peut plus diverses. Ainsi certaines assises avaient été rapportées à la grauwacke par d'anciens géologues, d'autres au calcaire de transition (L. Pilla); prises dans leur ensemble, elles ont été mises au niveau du grès vert (M. Coquand), et pour le plus grand nombre des observateurs (MM. P. Savi, Pilla, Pasini, L. Paréto, de Collegno, Orsini, Spada Lavini, A. Burat, Ponzi, etc.) elles représentent la formation crétacée supérieure. Plus tard, Pilla les plaça au-dessus de la craie blanche et voulut en faire un étage, ou plutôt un *terrain* particulier. Pour lui, il n'existait pas de terrain

tertiaire inférieur dans toute la péninsule italique, tandis que M. Savi était amené à y voir à la fois le représentant des dernières couches crétacées et des premiers dépôts tertiaires, à peu près comme l'avait supposé M. Leymerie pour les roches nummulitiques des Corbières. Enfin, suivant M. Murchison, ce même système appartiendrait exclusivement à la formation tertiaire inférieure, tout en convenant qu'il n'est point encore partout bien distinct ni bien séparé des couches crétacées, et cela par suite de la ressemblance des roches, de leurs dérangements, de leurs modifications et de l'absence des fossiles caractéristiques de la craie proprement dite.

Cette dernière opinion, qui dans l'état actuel de nos connaissances paraît être la plus probable, a en sa faveur les lois de l'analogie ; car c'est elle qui s'accorde le mieux avec ce que nous avons dit jusqu'à présent, comme avec ce qui nous reste à mentionner. S'il en était autrement, il semble que la formation crétacée de l'Italie offrirait à elle seule une anomalie dont on ne voit pas d'exemple dans l'ouest et le sud de l'Europe.

CHAPITRE V.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'EUROPE ORIENTALE.

§ 1. Chaîne des Carpathes.

Nous avons considéré précédemment les bassins supérieur et moyen du Danube comme ayant été probablement fermés à l'est, pendant la période tertiaire moyenne, mais il n'en était sans doute pas ainsi pendant la précédente, alors que se déposaient les roches nummulitiques des Carpathes, dont les soulèvements ont ensuite contribué à dessiner les contours du bassin tertiaire. Ici, comme à l'ouest, l'âge de ces roches a été vivement controversé, et cela absolument par les mêmes motifs; aussi la discussion a-t-elle passé par les mêmes phases pour arriver à des résultats analogues. Gallicie septentrionale.

M. Beyrich paraît avoir d'abord réuni les calcaires à Nummulites à la plus grande partie du grès des Carpathes placé dans la craie. De son côté, M. L. Zeuschner (1) a publié un mémoire sur la relation du grès à Fucoïdes de la chaîne avec le calcaire à Ammonites du versant septentrional du Tatra, et sur l'âge de ces diverses couches. Peu après, le même géologue (2), rapportant au lias les calcaires et les grès des Carpathes, a mis dans le groupe néocomien les calcaires à Fucoïdes, les calcaires à Ammonites, le *biancone*, la *scaglia*, des calcaires jurassiques et les couches nummulitiques. L'ordre de succession de bas en haut, à partir du lias, serait comme il suit : dolomies nummulitiques, grès à Fucoïdes, calcaire à Ammonites, grès à *Exogyra columba* et calcaire peu développé près d'Iglo. Le calcaire à Ammonites serait concordant et alternerait avec ces grès à Fucoïdes, renfermant en outre un mélange de fossiles jurassiques et néocomiens.

M. Boué (3) paraît admettre comme constatée l'intercalation de couches régulières, assez semblables à certains grès de Vienne, dans

(1) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 171.
(2) *Berichte über die Mittheilungen*, etc., vol. II, p. 126, 1847.
(3) *Ibid.*, p. 195.

le calcaire avec fossiles *jura-triasique*, derrière Koscielisko, en Gallicie, de même que la superposition du grès des Carpathes avec des fossiles crétacés au grès à Fucoïdes de Vienne, dans la vallée de Wag. Dans la coupe S., N. du Tatra à Koscielisko (1), on voit les couches plongeant au N., depuis les schistes cristallins, le grès du lias et un autre grès, auquel succède le calcaire du Jura, ou calcaire alpin supportant les assises nummulitiques, qui disparaissent sous les alluvions de la vallée, au delà de laquelle le grès des Carpathes est horizontal. Cette coupe assez complète, quoiqu'on n'y observe pas la superposition directe des grès aux couches nummulitiques, suffit pour montrer la vraie position des deux étages de la formation nummulitique, entre eux et par rapport au terrain secondaire. Il est vrai qu'ici la craie paraît manquer. Cependant l'auteur croit que les couches jurassiques peu anciennes recouvrent les grès à Fucoïdes de Vienne dans la Silésie autrichienne, et pour lui le grès de Vienne est différent du flysch de la Suisse. On voit déjà que la confusion provient de la ressemblance de certains grès qui sont au-dessous des Nummulites avec d'autres qui sont dessus.

M. Zeuschner (2), ayant cherché à préciser davantage la position de ces roches, a conclu que le grès des Carpathes, avec les calcaires qui lui sont subordonnés, appartenait au groupe néocomien, ou constituait une formation particulière. D'après la distribution des fossiles il y reconnaît deux divisions : l'inférieure caractérisée par des formes organiques néocomiennes et jurassique, la supérieure par des formes du grès vert. Les dolomies nummulitiques et à Ammonites seraient subordonnées à la division inférieure. Ces dolomies, les seules couches que nous ayons à considérer ici, alternent avec des grès et reposeraient sur le calcaire alpin ou sur le lias, comme on vient de le dire. On ne les observe au reste que dans les parties soulevées. Lill et Pusch les avaient regardées comme la partie supérieure du lias, MM. Beudant et Beyrich, comme tertiaires; mais M. Zeuschner les sépare complétement des couches nummulitiques, selon lui, plus récentes de Gmunden, du Kressenberg, de Vérone, etc., lesquelles n'auraient aucun rapport avec le grès de Vienne, tandis que ces roches des Carpathes seraient analogues à celles d'Obczyna (Opschina) près de Trieste, et du lac de Thun. L'auteur signale

(1) *Ibid.*, p. 156. — Voyez aussi *Journ. de Géologie*, 1831, p. 86.

(2) *Berichte über die Mittheilung.*, vol. III, p. 129, 1848.

dans ces dolomies des Nummulites, les unes petites, les autres sphériques, des Peignes, des Huîtres et des Térébratules lisses, rappelant des formes du lias. Elles se lient au grès des Carpathes dont elles représentent la partie inférieure, ce qui s'accorde avec la coupe précédente, et elles sont concordantes avec les calcaires alpins gris, associés à des dolomies grenues ou à des calcaires rouges à *Ammonites heterophyllus*, Sow., *serpentinus*, Schlot., *Bucklandi*, Sow., *Walcotii*, id., etc. Quant à la division supérieure, elle est entièrement caractérisée par des fossiles crétacés.

Suivant M. C. Hominger (1), le grès des Carpathes est micacé, jaune-verdâtre, semblable au grès crétacé de Kiesslingswald; quelques bancs calcarifères sont fendillés à la surface, et l'on peut observer tous les passages, depuis le grès proprement dit jusqu'à l'argile pure. A la base sont des brèches composées de fragments du calcaire rouge avec Ammonites, de granite et de porphyre. L'*Exogyra columba* paraît être fréquente dans le grès de Vag Tepla sur la Waag; près de Jablonova ce sont des Astrées, des *Anthophyllum*, des Méandrines, une Scyphia et une Lunulite avec des *Trochus*, des Cérites et des Radiolites? Vers le bas se montrent l'*Exogyra haliotoidea*, Sow., et des calcaires de 20 mètres de puissance remplis de Nummulites lenticulaires. Par l'examen des fossiles, l'auteur considère comme crétacé le grès des Carpathes situé à l'ouest de la Waag.

A l'entrée du défilé de Szulgov, après avoir pénétré dans la formation crétacée jusqu'aux calcaires à Nummulites, on remarque d'immenses rochers de brèche calcaire à fragments anguleux, et il en existe de semblables à Thyerchawa, sous le grès des Carpathes, mais on n'y voit point de calcaires à Nummulites, non plus que près de Rajez. Dans le voisinage de Rosenberg, des calcaires à Nummulites (*N. ephippium*, Schlot.? Orbitolite) reposent sur ces brèches. De Rosenberg à Altgebirg toute la montagne présente encore la même brèche.

Dans la partie des Carpathes que l'auteur a parcourue il a rarement vu le grès à Fucoïdes, mais dans les Alpes où il l'a observé avec ses fossiles, il le rapproche du lias et du grès anthraxifère. Les fossiles qu'il a recueillis à Gresten-Grossau et à Grass-Ramming, en Autriche, le confirment dans cette opinion; mais il est facile de re-

(1) *Remarques sur l'âge du grès des Carpathes et du grès de Vienne* (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 778). Nous sommes redevable de la traduction de ce travail à M. Ch. Martins, dont la savante collaboration nous a été si souvent utile.

connaître que M. Hominger confond ici deux systèmes de couches entièrement différents. Enfin, il y a suivant lui dans les Carpathes trois formations qui sont: le calcaire alpin, le grès à Fucoïdes et le grès viennois, puis le système houiller, parallèle au trias. Le calcaire rouge à Ammonites et le *Klippenkalk* représentent la formation jurassique, et le grès carpathique supérieur celle de la craie.

Quant aux géologues qui avaient précédé MM. Zeuschner, Hominger et autres, dans l'étude de la chaîne septentrionale des Carpathes, on sait que les résultats qu'ils avaient obtenus étaient tout aussi confus et tout aussi incohérents que ceux que nous venons de rapporter.

M. Murchison avait d'abord pensé (1) que tous les grès des Carpathes, aussi bien que le flysch des Alpes suisses, étaient crétacés. Mais de nouvelles observations (2) lui ont démontré que, si beaucoup de ces grès sont secondaires, il y en a aussi qui, recouvrant les vrais dépôts tertiaires inférieurs nummulitiques, sont, par cela même, évidemment tertiaires. L'axe puissant du Tatra, dit-il, est formé de roches granitiques qui, sur leurs pentes nord, sont flanquées d'abord de talcschistes, puis de grès durs, quartzeux et altérés, auxquels succèdent de grandes masses de calcaires durs, subcristallins, souvent à l'état de marbre et offrant peu de traces de stratification régulière. Près des forges de Zakopane, ils plongent au N. et alternent avec des argiles schisteuses, remplies de *Terebratula biplicata*, Lamk. Dans les chaînons appelés Muran, les calcaires appartiennent au lias et aux étages jurassiques inférieurs. Ils renferment les *Ammonites Walcotii*, Sow., *Bucklandi*, id., *annularis*, Rein., le *Nautilus acutus*, de Buch, le *Belemnites digitalis*, Voltz, la *Terebratula biplicata*, Sow., les *Spirifer Walcotii*, Sow. et *rostratus*, Schlot., des *Aptychus*, des *Cidaris*, des Pentacrines et des ichthyolites. D'autres calcaires plus ou moins cristallins viennent ensuite, sur la rive gauche de la Biela Dujanec, à l'endroit où ce cours d'eau sort de la gorge de Zakopane, et contre eux s'appuie transgressivement et irrégulièrement une bande de calcaire nummulitique, inclinée de 35 à 40 degrés. Cette bande passe sous une portion de schistes, de grès et de calcaires impurs occupant une partie du pays élevé qui s'étend au nord jusqu'à la vallée de Neumarkt. Le calcaire à Nummulites est en bancs épais, gris, passant à

(1) *The geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 264, 1845.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 258, 1849.

un grès calcarifère et même à un conglomérat avec des fragments du calcaire sous-jacent et très chargé de magnésie. Il renferme, sur une épaisseur de 33 mètres, et même davantage, des Nummulites (*N. perforata* et une autre espèce voisine de la *N. distans*), des Peignes, des Huîtres, de grands échinodermes, etc. Au delà du ruisseau vient un grès vert, gris, et une argile foncée qui représente aussi une portion du flysch des Alpes.

Lorsqu'on s'avance de ce point vers Cracovie ou Wieliczka, on traverse une série de grès, d'argiles et de calcaires, réunis sous le nom général de *grès des Carpathes*. Mais, comme des fossiles secondaires y ont été trouvés près de Cracovie, M. Murchison essaie d'expliquer cette apparente anomalie et de séparer le flysch et les calcaires à Nummulites précédents des autres roches minéralogiquement semblables, mais qui sont très certainement crétacées.

Plus au nord, au delà de la limite du Tatra, on voit une chaîne basse de calcaire, qui court parallèlement à la chaîne principale, par Zafflary et Rogoznik. Le soulèvement de ces roches est en rapport avec l'apparition de certains porphyres, et les fossiles qu'on y a trouvés (*Ammonites Murchisonæ*, Sow., *A. Conybeari*, id., *A. biplex*, id., *A. tatricus*, Pusch, *Terebratula diphya*, Fab. Colon., etc., d'une part, et *Ammonites Calypso*, d'Orb., *A. Morelianus*, id., *A. diphyllus*, id., *A. picturatus*, id., *A. subfimbriatus*, id., *A. fascicularis*, id., *Scaphites Ivanii*, Puz., etc., de l'autre) indiquent la présence de l'étage d'Oxford et du groupe néocomien inférieur, comme le prouvent aussi les caractères minéralogiques des roches. Une grande masse de grès secondaire des Carpathes, qui occupe la Giuba Tavka, dans la coupe précédente (fig. 31, p. 259), se trouve, par suite d'une faille, au contact du flysch au S., et a été abaissée au N., par rapport aux couches néocomiennes plus anciennes, de telle sorte, que les extrémités nord et sud de cette surface de grès sont différentes, le bord septentrional reposant sur des calcaires à fossiles crétacés et jurassiques, tandis que le bord opposé, formé de roches nummulitiques ou tertiaires inférieures, recouvre le lias.

M. Murchison ne doute pas que les roches nummulitiques et les équivalents du flysch au-dessus ne se représentent dans le même ordre et dans la même position au sud du Tatra, comme dans la vallée de Kradak, où elles ont été considérées à tort comme jurassiques par M. Zeuschner, et placées à la base de toute la zone extérieure des grès carpathiques et des calcaires, tandis qu'elles sont en réalité de la période tertiaire inférieure.

Sur les flancs nord et sud du Tatra, quel que soit l'âge des couches que recouvrent les assises nummulitiques, ces dernières sont toujours immédiatement surmontées par celles qui représentent le flysch. D'ailleurs ici, comme dans les Alpes et en Italie, la confusion où l'on est tombé vient de ce que l'on a prononcé sur l'âge des grès d'après leurs simples caractères minéralogiques, et que l'on a donné à la présence des Fucoïdes une importance que ces corps ne peuvent avoir.

Une assez grande partie des grès verts, des schistes et des conglomérats du pied septentrional des Carpathes appartient à la période crétacée : ainsi, à deux milles au sud de Cracovie, des grès calcarifères en dalles, qui passent quelquefois à des conglomérats, renferment des Ammonites, des Bélemnites et des *Aptychus*. Ces assises, qui s'étendent vers Wieliczka, ont offert à M. Zeuschner les *Belemnites bipartitus*, de Blainv., *pistilliformis*, id, et *dilatatus*, id., du groupe néocomien. Dans le comté de Trent-schin, entre Orlova et Pokrad, le grès des Carpathes proprement dit représente probablement le grès vert supérieur et renferme l'*Exogyra columba*, Goldf., *Cardium hillanum*, Sow., *Pholadomya Esmarkii*, Nils., et sur d'autres points le *Salicites crassifolius*, Gœpp. Il est donc manifeste que, sous le mot de grès des Carpathes, comme sous ceux de *grès Viennois*, de *flysch* et de *macigno*, on a confondu des dépôts du grès vert inférieur ou grès néocomiens, du grès vert supérieur et des grès verts de la période tertiaire inférieure.

Hongrie. Plus à l'est, dans la Hongrie orientale, de nombreux travaux, dont plusieurs sont déjà fort anciens, avaient aussi fait connaître la présence des Nummulites dans des grès ou des calcaires rapportés presque toujours à la formation crétacée, mais sans motifs bien plausibles. Lill de Lilienbach (1) et M. Boué (2) surtout ont donné beaucoup de détails sur la position, souvent assez obscure, de ces roches. M. Neugeboren (3) s'est occupé des fossiles du calcaire de Porcsesd, au sud-ouest d'Hermanstadt, où il cite particulièrement une très grande espèce de Nérinée (*N. Bruckenthali*), puis *Neritina conoidea*, *Septaria arenaria*, *Corbis lamellosa*, *Venus*, *Ostrea*, *Serpula spirulæ*,

---

(1) *Journal d'un voyage géologique fait à travers toute la chaîne des Carpathes, en Bukowine, en Transylvanie et dans le Marmarosh*, *suivi de notes* par M. A. Boué (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 237, 1833, avec carte et coupes).

(2) *Coup d'œil d'ensemble sur les Carpathes*, etc., *ibid.*, p. 215.

(3) *Berichte über die Mittheilung.*, etc., vol. II, p. 48, 1847.

beaucoup de radiaires échinodermes, entre autres, le *Pygorhynchus scutellatus*, un *Clypeaster*, une nouvelle Pentacrine, etc. A l'ouest, près d'Ofen, M. Boué (1) mentionne des calcaires marins et des sables recouvrant l'argile de Vienne ou *tegel*, et sous celle-ci une argile plus foncée, bleue, reposant sur les couches à Nummulites.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

VOLKMANN. — *Silesia subterranea* 1720. **Nummulites près de Landshut, p. 331, pl. II, fig. 5.**

F. E. BRUCKMANN. — *Specimen physicum sistens Hist. nat. lapidis numismalis Transylvaniæ*, in-4, Wolfenbüttel, 1727. — *Suppl. Epistol. Itinerar.*, cent. 11, epist. 8.

— *Animadversiones ad Bourguet de lapidibus numismalibus Transylvaniæ* (*Commercium norimbergicum*, 1739, *hebd.* 20, p. 153).

FICHTELL et MOLL. — *Testacea microscopica*, etc. Vienne, 1798 ; — 2e éd., 1803, pl. 6-9.

BEUDANT. — *Voyage en Hongrie*, 3 vol. in-4, 1822.

A. BOUÉ. — *Tatra*, *Carpathen*, *Alpen* (*Journ. de géologie*, vol. I, p. 66, 72, 75, 84, 131, 1830).

ZEUSCHNER. — *Nördliche Tatra* (*Jahrb. für Miner.*, 1830, p. 74).

— *Nummuliten-kalk in der Tatra, dolomitisch.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 690).

ZEISZNER. — *Tatra. In polnischer Sprache.* Cracovie, 1842-43.

§ 2. Turquie d'Europe.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur la carte géologique de l'Europe orientale, on voit que la formation nummulitique de la Suisse et du versant nord des Alpes constitue une bande dirigée presque exactement O., E., du lac de Constance à Vienne, et qu'après une faible interruption dans la vallée de la March, cette bande reparaît en prenant une direction N.-E. jusqu'au nord du Tatra, pour circonscrire ensuite, vers le sud-est, avec des roches secondaires, des roches cristallines et des roches ignées plus récentes, le vaste bassin de la Theiss. Elle s'étend au delà dans le Marmarosh, la Transylvanie, le Bannat et le revers oriental de la chaîne jusque sur la rive gauche du Danube et passe dans la Servie, tandis que les couches nummulitiques du versant méridional des Alpes et celles de la Styrie et de l'Istrie se prolongent au S.-E., par les Alpes Dinariques, le long de l'Adriatique, pour se continuer dans la Bosnie, la Servie, l'Albanie, l'Epire et la Grèce.

(1) *Berichte über die Mittheilung.*, etc., vol. II, p. 446, 1847.

Ainsi que nous l'avons dit plusieurs fois, c'est aux voyages de M. A. Boué et de M. A. Viquesnel que l'on doit la plus grande partie de ce que l'on sait sur la géologie de la Turquie d'Europe. Cependant, pour la formation nummulitique, nous ne pourrons guère que constater sa présence sur de très grandes étendues de ce pays, sans entrer dans beaucoup de détails, ces deux géologues ayant souvent réuni dans leurs descriptions les couches à Nummulites avec les couches à Hippurites, et rapporté le tout à la formation crétacée. La seconde partie du *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, et surtout la riche collection que M. Viquesnel a recueillie en 1847 et 1848, nous ont néanmoins permis d'apprécier les caractères pétrographiques et paléontologiques des assises nummulitiques, entre la mer Noire, la mer de Marmara et la mer Égée, ainsi que leur extension géographique.

Dans l'Albanie septentrionale, entre Elbassan et Tirana, la coupe de la montagne de Gabar présente un système de couches légèrement inclinées, qui sont de haut en bas : le calcaire de Leytha et un conglomérat quartzeux, l'argile *tegel*, des couches avec *Cardium simulans* et *Cerithium pictum*, une argile bleue ou *tegel*, un schiste à Nummulites, une argile marneuse, un calcaire à Nummulites et des marnes argileuses. Les dépôts avec poissons du vieux château d'Itschim, au sud d'Alessio, sont encore parallèles aux roches nummulitiques ou tertiaires inférieures, dit M. Boué (1), aussi bien que ceux de la rive droite de la Vojutza, en face de Carbonaro (Albanie moyenne), et toute la chaîne de Durazzo à Alessio est probablement de la première période tertiaire.

Le système crétacé des Alpes et de l'Europe méridionale, dit ailleurs le même savant (2), occupe en Turquie une place énorme et y a été souvent méconnu, parce que l'on n'a pas encore assez étudié les variétés et les modifications que présente cette suite d'immenses dépôts arénacés et calcaires. On peut y distinguer trois ou quatre masses qui semblent se succéder dans un ordre constant. Une ou deux sont arénacées avec un peu de calcaire ; une autre est très calcaire et renferme souvent des Hippurites, et la dernière est remplie de Nummulites. L'auteur admet que tantôt il y a une séparation tranchée entre les Hippurites et les Nummulites, et que

---

(1) *Ueber Nummuliten-Ablagerungen* (*Berichte über die Mittheilung.*, etc., vol. III, p. 446, 1847).

(2) *La Turquie d'Europe*, p. 235, vol. I. Paris, 1840.

tantôt ces coquilles sont réunies; mais nous dirons tout de suite, pour que le lecteur ne donne à cette expression que sa valeur réelle, que M. Viquesnel (1) a rejeté depuis ces prétendus mélanges, et attribué l'erreur à la présence des Orbitolites qui accompagnent les rudistes, et qui avaient été prises pour des foraminifères. De son côté, M. Boué (2) paraît être revenu lui-même sur ses dénominations antérieures, n'admettant l'association des Hippurites et des Nummulites, si toutefois elle existe, que comme un fait accidentel sans importance.

En décrivant la formation crétacée de la Turquie orientale ou du Balkan, ce géologue la divise en deux parties, l'une inférieure, qui présente une masse puissante de calcaire à rudistes et à Nummulites dans la chaîne valaque transylvaine, mais plus faible dans le Balkan où dominent, comme dans les Carpathes, les roches arénacées, et l'autre, supérieure, ou *craie verte et blanche*, caractérisée par les fossiles propres à la craie dans l'ouest de l'Europe. Il y a donc tout lieu de croire que les corps signalés avec les rudistes dans la partie inférieure ne sont autres que des Orbitolites. Nous verrons cependant tout à l'heure que la chaîne côtière de la mer Noire, sur le prolongement du Balkan, est en grande partie formée de roches nummulitiques les mieux caractérisées.

Dans la Turquie occidentale et centrale, c'est-à-dire dans la Servie, la Mœsie supérieure, la Bosnie, l'Albanie, la Thessalie et le Monténégro, M. Boué décrit ensemble les couches à Hippurites et à Nummulites, mais il mentionne particulièrement (p. 278) le *système nummulitique des bords de l'Adriatique, qui est plus simple*, dit-il, *que celui des couches à rudistes.* Les assises en sont inclinées et même fortement redressées; les calcaires compactes ou argileux, blancs ou gris, quelquefois noirs. Sur les bords de la mer, et dans les îles Ioniennes, ils prennent l'aspect de la scaglia avec des silex gris et rouges, en plaques et en rognons; quelques lits charbonneux y sont subordonnés çà et là, ainsi que des amas de poix minérale à Salenitza, Karbonara, etc. Le bitume sort de terre de tous côtés; on atteint la poix à $3^m,25$ au-dessous de la surface du sol, et on lui a reconnu jusqu'à 30 mètres d'épaisseur. Le minéral compacte devient visqueux lorsqu'il est chauffé, et des jets de gaz carburé s'en échappent çà et là. Ces gisements rappellent ceux de

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850.
(2) *Berichte über die Mittheilung.*, etc., vol. III, p. 446, 1847.

Vergaraz en Dalmatie, et peut-être les sources de naphte de l'île de Zante seraient-elles liées à la formation de ce bitume.

L'hiatus des roches secondaires inférieures serait encore plus grand en Turquie que dans les Alpes, car l'auteur n'a constaté aucune trace du lias ni de la formation jurassique. « Le grès carpathique » et viennois, dit-il (p. 281), le calcaire des Alpes allemandes, les » roches nummulitiques et à Hippurites s'y reproduisent, au con- » traire, sur une grande échelle. Néanmoins les dépôts crétacés de » la Turquie sont surtout semblables à ceux de la Dalmatie, de la » Croatie autrichienne, de la Carniole, de la Carinthie et de la » Hongrie. »

Dans la seconde partie de son *Journal* M. Viquesnel (1) est beaucoup plus explicite que son savant collaborateur, car il dit qu'à l'ouest de la bande calcaire à rudistes de l'Albanie, qui se prolonge au S.-S.-E. jusque dans la chaîne du Pinde, « le terrain » crétacé est caractérisé par les Nummulites et constitue une par- » tie de l'Albanie moyenne et de l'Épire. Il se compose d'une série » très puissante de bancs calcaires, renfermant des couches sub- » ordonnées de calcaire friable, de marnes et de grès. Le calcaire » est généralement très compacte, quelquefois siliceux et parsemé » de filets de chaux carbonatée. Au pied méridional du Gabar- » Balkan, un calcaire argileux, avec Nummulites, intercalé dans » des argiles marneuses, repose en stratification discordante sur le » calcaire à rudistes. D'après cette observation, nous considérons » le premier comme formant, sur les bords de la mer Adriatique, » un étage plus récent que le second (2).

» Les couches du terrain crétacé à rudistes suivent générale- » ment la direction N. 37° O. dans les environs de Kastoria, et » N. 83° O. dans le mont Kognavo au nord-est de Ghioustendil; » les couches du terrain crétacé à Nummulites suivent la direction » N. 15° à 25° O. dans l'Épire et les îles Ioniennes. »

Nous empruntons encore à M. Viquesnel (3) un aperçu qu'il vient de donner de son dernier voyage en Turquie, où il a particu-

---

(1) *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, 2e partie (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 289, 1846, avec carte).

(2) Nous ne reproduisons pas la dernière phrase de ce paragraphe sur l'association des Hippurites et des Nummulites, l'auteur l'ayant démentie depuis (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850.

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850.

lièrement étudié toute la pointe orientale comprise entre les côtes de la mer Noire, de la mer de Marmara et de la mer Égée. Nous y avons joint l'indication des principaux fossiles que nous avons remarqués dans sa belle collection, et qui, malgré leur nombre encore peu considérable, à cause de la nature presque toujours très solide des roches, permettent cependant de constater qu'ils appartiennent au prolongement du système nummulitique de l'ouest et du centre de l'Europe.

Celui-ci se développe le long de la côte méridionale de la mer Noire, à l'ouest du Bosphore, depuis le cap de Kara-Bournou jusqu'à la petite plaine sablonneuse que traverse le ruisseau qui provient du lac de Darkos (1). Dans cet espace les couches plongent vers le centre de la péninsule, mais elles sont verticales au point le plus élevé du cap et plongent ensuite en sens inverse. De là aux villages de Darkos et d'Aïakadin on marche tantôt sur le calcaire nummulitique, tantôt sur un dépôt plus récent de cailloux, d'argile et de sable. A un kilomètre d'Aïakadin le calcaire nummulitique, faiblement incliné au S., forme un plateau dont l'altitude ne dépasse pas 200 mètres, et qui détermine la ligne de partage des eaux qui se rendent à la mer Noire et de celles qui se jettent dans la mer de Marmara.

Parmi les fossiles qu'a rapportés M. Viquesnel de ce versant de la chaîne côtière on remarque une dent d'*Oxyrhina*, qui ne paraît pas différer d'une espèce non décrite des sables du Soissonnais, l'*Ostrea gigantea*, var. *a.*, l'*Ostrea vesicularis*, var., du bassin de l'Adour, un *Cerithium*, les *Nummulina planulata* et *biaritzana*, la *Serpula spirulæa?* l'*Orbitolites radians*, var. ; plus, un grand nombre de coquilles univalves (*Trochus*, *Turritella*, etc.), de bivalves, dont une Térébratule voisine, la *tenuistriata*, et de beaux polypiers, recueillis par Hommaire de Hell dans un calcaire blanc jaunâtre du cap de Kara-Bournou.

Les calcaires à Nummulites se montrent ensuite à Seraï, Visa, Bounar-Hissar et Kirkklissé, sur le versant méridional de la chaîne ou bassin d'Andrinople, où M. Boué (2) les avait mentionnés. Plus au sud, ils existent aux environs de Silivré; ils constituent en

(1) Hommaire de Hell, qui avait découvert en 1847 ce gisement de Nummulites, l'avait indiqué à M. Viquesnel (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850).

(2) *Bull.*, vol. VIII, p. 268, 1837.

partie, au sud-ouest de Kanos, les collines qui séparent la mer de Marmara du golfe de Saros, et, plus loin, les escarpements de la baie de Xéro (Ibridjé), puis ils entourent les parties nord et sud-ouest du massif du Rhodope, pour pénétrer assez avant dans la vallée de l'Arda, principal affluent de la Maritza. Des caractères orographiques de ce pays et de ceux des dépôts qui l'occupent M. Viquesnel conclut que, pendant la période nummulitique, il existait à l'ouest du Bosphore actuel, dont l'ouverture, comme on l'a vu (*antè*, vol. II, p. 127 et 913), est beaucoup plus récente, un autre Bosphore, ou canal de communication, entre la mer Noire et le bassin de la Thrace, et que peut-être une communication semblable existait aussi plus à l'est entre les deux mers, au fond du golfe de Nicomédie, suivant une dépression dont le bassin actuel du lac de Sabandja devait faire partie.

Les fossiles de cette formation que l'auteur a recueillis dans les montagnes qui bordent la mer de Marmara et la mer Egée sont principalement : plusieurs Astrées, dont une voisine de l'*A. distans*, *Lithodendron*, voisin du *L. granulosum*, *Orbitolites submedia*, *O. sella*, *O. radians*, *O. karakaiensis; Nummulina Ramondi*, *N. biaritzana* et plusieurs autres espèces; *Operculina Boissyi*, *Serpula*, *Eupatagus Viquesneli*, *Micraster*, *Echinolampas*, *Pigaulus*, *Teredo Tournali* et une autre espèce commune dans la glauconie inférieure du nord de la France et de la Belgique, et que nous retrouverons dans l'Asie Mineure; *Corbis lamellosa?* une seconde espèce très grande se rapprochant de la *C. pectunculus*, mais plus renflée et plus épaisse; trois espèces de *Pecten*, *Ostrea gigantea*, var. *a.*; plusieurs *Cerithium*, l'un voisin du *C. spinosum*, l'autre du *C. bisulcatum*, un troisième de la taille des *C. Tchihatcheffi*, ou *giganteum*, des Natices, Dauphinules, etc.

§ 3. Grèce et Morée.

Nous ne doutons point que les couches à Nummulites de la chaîne du Pinde ne s'étendent en Grèce et en Morée, mais la lecture attentive du grand ouvrage de MM. Boblaye et Virlet (1) sur ce dernier pays ne nous permet pas de séparer, dans leur travail, ce qui appartient à la formation crétacée de ce qui peut représenter les assises nummulitiques, telles que nous venons de les suivre jusqu'aux Dar-

---

(1) *Géologie et minéralogie de la Morée*, in-4, avec cartes et coupes. Paris, 1833.

danelles. Ces géologues ont rapporté à la craie tous les dépôts secondaires qu'ils ont observés, et dans les plus anciens, comme dans les plus récents, on voit les Nummulites citées avec les rudistes, à la vérité, sans aucune détermination spécifique. Les superpositions, rendues en outre très douteuses par suite de dérangements fréquents, de modifications et d'altérations dans les caractères pétrographiques, empêchent aussi d'établir, quant à présent, aucune distinction, et nous traiterons de tout cet ensemble lorsque nous nous occuperons de la formation crétacée, laissant ainsi la question principale complétement réservée. Nous en dirons autant des recherches de M. Sauvage (1) dans la Grèce orientale, où il ne cite point d'ailleurs de Nummulites, mais où il signale seulement des Hippurites sur un très petit nombre de points. L'étude de la direction des couches ne lui a pas donné, plus qu'à ses prédécesseurs pour la Morée, le moyen de distinguer les deux systèmes de dépôts. M. Strickland (2) paraît avoir observé des Nummulites dans des calcaires de l'île de Zante, qu'il rapporte à la craie, et M. Raulin (3) en a trouvé, dans l'île de Crète, plusieurs espèces dont une atteint de très grandes dimensions.

§ 4. Crimée.

Si à mesure que nous avançons vers l'E., nous avons vu les caractères du système nummulitique, tels que nous les avons précisés à l'O., s'atténuer, puis s'effacer presque complétement, au point d'avoir été méconnus dans certaines parties de la Turquie, dans la Grèce et la Morée, l'ancienne Chersonèse Taurique au contraire nous sera un jalon, placé en quelque sorte entre l'Europe et l'Asie, pour nous offrir de nouveau la partie inférieure de ce même système avec des caractères pétrographiques et géologiques aussi prononcés que sur les versants des Alpes, et avec des relations géologiques encore plus nettes. Ces circonstances sont telles, que, s'il pouvait rester quelques doutes sur l'horizon auquel on doit le rapporter, elles devraient suffire pour les lever tout à fait. D'ailleurs, par les caractères des roches, comme par les fossiles, ces assises nummu-

(1) *Ann. des mines*, 4ᵉ sér., vol. X, p. 101, 1846.
(2) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 403, 1837.
(3) *Berichte uber die Mittheilung.*, etc., vol. IV, p. 51 et 301, 1848.

litiques de la Crimée se rapprochent plus du type asiatique développé dans l'Asie Mineure, que du type européen, tel que nous le connaissons en Turquie et en Grèce.

On a déjà vu (*antè*, vol. II, p. 917) quelle était la relation des couches nummulitiques des environs de Simphéropol, soit avec les dépôts tertiaires moyens qui les recouvrent, soit avec la craie sur laquelle elles reposent. A trois kilomètres de cette ville, dit M. de Verneuil (1), un escarpement vertical présente une série régulière de strates calcaires, marneux, blanchâtres, d'un aspect crayeux et à cassure terreuse, puis des marnes argileuses, arénacées, remplies d'une grande quantité de Nummulites. Dans les assises inférieures moins solides, les coquilles foraminifères sont moins abondantes. L'épaisseur totale de ces assises est de 20 à 25 mètres, et dans l'escarpement qui les coupe à pic, on les voit reposer sur la craie à Bélemnites. A l'ouest du Salghir, la même série recouvre, à stratification très discordante, un poudingue avec des galets de quartz hyalin. Elle forme, par suite du relèvement général des couches vers la région montagneuse de la côte orientale, une bande allongée du N.-E. au S.-O., commençant aux environs de Théodosie pour se continuer jusqu'à Karassou-bazar, Simphéropol, Baghtché-Saraï, et se rapprocher de la côte dans les environs de Sébastopol.

Les fossiles de ces assises sont tous différents de ceux des couches tertiaires moyennes du pays, et aucun ne se retrouve dans la formation crétacée qui est dessous. Ce sont : *Conoclypus conoideus*, *Nummulina distans*, *N. polygyrata*, *N. irregularis*, *N. spira*, *N. Ramondi*, *Ostrea gigantea*, var. *a.*, et des moules d'un grand Cérite, de *Trochus* et d'*Ovula tuberculosa*.

J. J. Huot (2), qui avait admis les trois formations tertiaires en Crimée (*antè*, vol. II, p. 919), regardait les calcaires à Nummulites comme représentant l'inférieure. Il y distinguait six assises qui n'existent point d'ailleurs partout, et qui sont de bas en haut : 1° marnes bleuâtres, peu dures, en lits minces, avec *Ostrea gigantea*; 2° marnes grises, avec de petites Nummulites, *Ostrea gigantea* et des pyrites; des échantillons de ces marnes, rapportés par M. L.

(1) *Mémoire géologique sur la Crimée* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 1, 1838, avec 6 planches de fossiles; — *Bull. id.*, vol. VII, p. 315, 1837; — *Ib.*, vol. VIII, p. 188).

(2) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 425 et 755, 1840.

Rousseau, nous ont offert en outre, les *Nummulina spira*, var., *N. contorta* et *N. biaritzana*, l'*Orbitolites Fortisii*, quatre espèces de *Pecten*, l'*Anomia intustriata* et la *Vulsella linguloeformis*; 3° calcaire glauconieux et poudingue avec *Spondylus striatus*, *Pecten*, Térébratule voisine de la *T. carnea*, Sow. et des Orbitolites (*O. Fortisii*); 4° poudingues, conglomérats et cailloux roulés, recouvrant la colline, à l'est et au nord de Karassoubazar, et reposant sur la craie; 5° calcaire glauconieux, terreux, représentant, suivant l'auteur, la glauconie grossière du bassin de la Seine, et reposant, soit sur les marnes n° 2, soit sur le poudingue n° 4; on y trouve aussi des Nummulites, des Spondyles et des Orbitolites; 6° calcaires grossiers, sub-grenus ou sub-pisolithiques, d'un blanc mat, caractérisés par les grandes Nummulites (*N. polygyrata*, *distans*, *spira*), associées à la *N. Ramondi*, et à d'autres coquilles de formes tertiaires indiquées au tableau ci-après. Toutes ces couches, concordantes entre elles et avec la craie sous-jacente, plongent de 8° à 10° au N.

Dubois de Montpéreux (1), que les sciences ont perdu récemment, avait rapporté toutes ces assises nummulitiques à la formation crétacée, à cause de la présence de l'*Ostrea gigantea* dans les marnes bleuâtres qui recouvrent la craie blanche, et ce fossile seul, disait-il, suffirait pour prouver que le calcaire à Nummulites « est plutôt crétacé que tertiaire. » Pour nous, c'est exactement la conclusion inverse que nous tirons de l'existence de cette Huître à ce niveau. Le savant voyageur n'était pas d'ailleurs très affermi dans son opinion, car, bien que sur sa *Carte géologique générale* (2) il ait colorié d'une teinte verte, uniforme, les formations crétacée et nummulitique, dans la coupe des bords de l'Alma (pl. 13), il a parfaitement distingué ces deux formations, et il dit dans l'*explication* de cette planche: « J'ai séparé le calcaire à Nummulites » de la craie proprement dite, laissant à chacun le droit d'en faire » le dernier étage crétacé ou le premier étage tertiaire; si cela lui » convient. » La vue des environs de Karassoubazar (pl. 14) montre aussi les assises nummulitiques couronnant les falaises de la craie, comme les figures 1 et 2 (pl. 1).

Dans les marnes grises, Dubois signale la même grande

(1) *Bull.*, vol. VIII, p. 386, 1837. — *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. VI, p. 352.

(2) *Voyage autour du Caucase*, etc., atlas in-f., pl. II.

Huître et les fossiles déjà mentionnés, plus le *Spondylus duplicatus* et une Térébratule qu'il ne doute pas être la *T. carnea*, détermination que les échantillons que nous avons vus rend fort incertaine. Quant au *Belemnites mucronatus*, à en juger aussi d'après les échantillons qu'a rapportés M. Rousseau, ce sont des fragments très roulés, dont rien ne prouve que les animaux aient vécu lors du dépôt qui les enveloppe aujourd'hui. C'est d'ailleurs le seul fait de ce genre qui ait été observé jusqu'à présent dans toute l'étendue de la zone nummulitique.

A une lieue de Karassoubazar (1), une muraille régulière de craie, élevée de 125 à 150 mètres, est recouverte, à stratification parfaitement concordante, par une assise de calcaire compacte à Nummulites, de 10 à 12 mètres d'épaisseur. Des cryptes assez étendues ont été creusées dans la partie supérieure de la craie, et le calcaire à Nummulites plus solide en forme le toit.

Dans cette assise supérieure ou véritable calcaire nummulitique, l'auteur cite, outre les fossiles dont nous avons déjà parlé, le *Conoclypus Duboisii*, l'*Amblipygus latus*, une Trigonie, une Isocarde, puis *Spondylus asperulus*, *Terebratula vitrea*, *Cerithium giganteum*, *Trochus giganteus*, *Natica crassatina*, *Fusus ficulneus*, *Murex*, *Mitra terebellum*, *Voluta muricina*, *V. luctator* et *Oliva*. La *Terebratula vitrea*, qui est une espèce vivante, nous paraît plus que douteuse dans ce gisement; le *Cerithium giganteum* pourrait être aussi une coquille différente de celle du calcaire grossier et se rapporter au contraire à l'une des deux grandes espèces de l'Asie Mineure, et, quoiqu'il n'y ait aucune raison *positive* pour nier l'existence d'une Trigonie dans ce dépôt, c'est un fait unique jusqu'à présent et qui demanderait à être vérifié avec soin. Au reste, on peut remarquer qu'il y a un accord général satisfaisant dans les observations que l'on doit aux trois géologues qui ont étudié la Crimée, presque dans le même temps, mais indépendamment les uns des autres.

L'examen des masses basaltiques et amygdaloïdes du cap Parthénique a fait penser à Dubois que, vers la fin des dépôts nummulitiques, une éruption détruisit une partie de la formation crétacée en cet endroit et occasionna la disposition particulière que l'on y voit encore aujourd'hui. Pallas avait supposé, ou que le noyau principal de la chaîne de montagnes de la Tauride s'était affaissé et abîmé sous la mer, ou bien que toute la masse avait été soulevée au-dessus

(1) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. V, p. 368.

des eaux par une force immense agissant à une grande profondeur. Or, dit Dubois, on ne peut mieux caractériser l'aspect physique de la partie orientale de Crimée; ce n'est pas tout à fait la moitié du système du Caucase, mais son versant septentrional, tel que le représenterait une coupe de la chaîne jusqu'au pied de l'Elbrouz; tout le reste, l'Elbrouz et le versant sud seraient restés au fond de la mer. Le premier soulèvement de la chaîne Taurique coïnciderait aussi parfaitement avec celui du Caucase, placé à la fin de la période jurassique.

Dans une première lettre sur les principaux résultats de son voyage en Russie, sir R. Murchison (1) semble rapporter aussi à la craie les dépôts nummulitiques dont nous venons de parler; mais dans le grand ouvrage fait en commun avec MM. de Verneuil et de Keyserling (2), le même savant, après avoir rappelé les opinions opposées de Dubois et de J. J. Huot qui s'accordaient néanmoins sur les espèces fossiles recueillies dans ces couches et sur la concordance de celles-ci avec la craie, croit que les assises nummulitiques supérieures ou les calcaires blancs sont du même âge que les sables coquilliers d'Antipofka, près de Saratof (*antè*, vol. II, p. 928), c'est-à-dire de la formation tertiaire inférieure, tandis que celles qui sont dessous prouveraient un passage entre les terrains secondaire et tertiaire. Cette idée, que nous avons vu le célèbre géologue anglais chercher depuis à appliquer à certaines parties des Alpes, serait peut-être justifiée sur ce point par les fossiles que nous avons cités dans ces mêmes couches inférieures, mais il n'en résulterait pas nécessairement que le passage fût un phénomène général.

§ 3. Chaîne du Caucase, bassins du Kour et de l'Araxes.

Ce que l'on vient de dire suffit pour indiquer déjà l'étroite liaison des formations secondaires et tertiaires de la Crimée et du Caucase; seulement, dans cette dernière chaîne les phénomènes de dislocations et de redressements ont eu lieu sur une échelle infiniment plus vaste, et les roches ignées, qui ont été la cause ou la conséquence du dernier de ces phénomènes, au lieu de rester masquées ou limitées au pied des escarpements de roches secondaires, se sont élevées

(1) *Observations géologiques sur la Russie* (*Bull. de la Soc. des nat. de Moscou*, 1841, n° 4, p. 901).
(2) *The geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 290, 1845.

beaucoup au-dessus, pour former les cimes de l'Elbrouz, du Passemta, du Kasbeck, des Monts-Rouges, etc.

De même que pour la Crimée, Dubois (1) a colorié, comme appartenant à la craie, les couches nummulitiques des flancs du Caucase. Sur le versant septentrional, au delà de Constantinogorsk (2), se montre la craie blanche, marneuse, en petits fragments, surmontée par les calcaires à Nummulites. Le passage de la steppe aux pentes sub-alpines a lieu exactement comme sur le versant nord de la chaîne Taurique, entre Simphéropol et Sébastopol. Plus à l'ouest, la craie et les calcaires blancs à Nummulites sont aussi disposés en retraite par rapport aux dépôts plus anciens. Dans la coupe générale d'Akhaltzikhé au Bechetau (3), on voit entre Kislavodsk et Petigorsk, le long de la rivière Podkoumok, les bancs à foraminifères reposer sur la craie blanche.

Dans la vallée du Kour, sur le versant méridional de la chaîne, près de Dachesalakli, paraissent des assises nummulitiques (4), et nous y rapportons les conglomérats coquilliers avec Nummulites du bassin supérieur d'Akhaltzikhé, qui ne sont qu'un lambeau de la même formation, quoique Dubois les ait coloriés avec une teinte différente des précédents. Nous avons déjà donné la description de cette localité intéressante et cité les fossiles qui y ont été recueillis (*antè*, vol. II, p. 955); nous ajouterons seulement que, dans la coupe particulière (5), les Nummulites sont comprises entre des argiles feuilletées et des poudingues porphyritiques, en couches parfaitement concordantes. Les conglomérats alternent avec des assises de tufs volcaniques qu'ont soulevés à l'ouest des basaltes massifs et des basaltes prismatiques.

On a vu également (*antè*, vol. II, p. 958) que dans la vallée de l'Araxes les assises nummulitiques, remplies de coquilles identiques avec celles du bassin de la Seine, constituaient le grès jaune, grossier, de Djoulfa (6), et nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à ce que nous avons dit à ce sujet.

(1) *Voyage autour du Caucase*, etc., atlas in-f., pl. II.
(2) *Ibid.*, vol. IV, p. 505.
(3) *Ibid.*, atlas, pl. I.
(4) *Ibid.*, vol. III, p. 281.
(5) *Ibid.*, atlas, pl. I.
(6) *Ibid.*, vol. IV, p. 43.

CHAPITRE VI.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'ASIE.

§ 1. Asie occidentale.

Asie Mineure. Observations diverses.

L'incertitude que nous avons vue régner dans la Turquie d'Europe, la Grèce et les îles voisines sur les vrais rapports des couches à Nummulites, réunies presque toujours à la formation crétacée, et l'association encore moins justifiée des Nummulites et des rudistes, se retrouvent aussi dans les travaux des géologues qui, depuis peu, ont parcouru, plus ou moins rapidement, certaines parties de l'Asie Mineure. Nous n'avions encore qu'une idée fort imparfaite des caractères et de l'extension des dépôts secondaires et tertiaires inférieurs de la presqu'île occidentale de l'Asie, tandis que les dépôts tertiaires plus récents (*antè*, vol. II, p. 947), et surtout les roches ignées (*posteà*, deuxième partie), ayant été l'objet d'études assez suivies, nous offraient déjà des résultats importants pour la science. Ainsi que nous l'avons fait pour la Grèce, nous aurions probablement remis à parler plus tard de ces roches *nummulitico-hippuritiques*, si les nombreuses observations et la belle collection d'un savant voyageur, qui a déjà consacré plusieurs années à parcourir le pays et qui poursuit encore en ce moment le cours de ses laborieuses investigations, ne nous avaient complétement éclairé à cet égard.

MM. W. J. Hamilton et H. E. Strickland (1) mentionnent, aux environs de Smyrne, des calcaires gris, compactes, avec Hippurites et Nummulites, associés avec des argiles sableuses, verdâtres et, qui, forment les montagnes autour de la ville, seraient, suivant eux, un des meilleurs types de la formation crétacée de l'Asie Mineure. Dans l'île de Scio (*sic*, p. 186, *in fine*) et la péninsule de Kara-Bournou, sont des calcaires grisâtres rapportés à la même période, et les montagnes ont, en

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie de la partie occidentale de l'Asie Mineure (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 1, 1841).

[illegible] Italie; [illegible] de [illegible] de la [illegible] mammifères [illegible] stratifiées [illegible] blancs [illegible] constituent [illegible] lesquelles on [illegible] ils sont [illegible]

[illegible] Pierre de [illegible] des cal- [illegible] mammifères [illegible] véritable [illegible] très [illegible] (1) [illegible]

[illegible] 1863.

conglomérat rouge et des argiles bleues. A trente milles au sud-ouest d'Angora, près de Beyjayes, les mêmes bancs fossilifères se montrent encore avec des Huîtres et un grand Cérite.

Si dans son mémoire *Sur la géologie d'une partie de l'Asie Mineure* M. Hamilton a décrit aussi, sans assigner leur âge, les grès rouges qui s'étendent du mont Argée (Argæus) au lac salé de Koch-Hissar (Kodj-Hissar), dans ses *Recherches en Asie Mineure* (1) il a établi que, bien que leur aspect les rapprochât du nouveau grès rouge, ils devaient être beaucoup plus récents, puisqu'on y trouvait de nombreux fragments de calcaire crétacé de la scaglia, circonstance qui confirmerait leurs rapports avec les calcaires nummulitiques; enfin, il a trouvé partout ces roches rouges très disloquées et quelquefois verticales. Quant aux dépôts salifères dont M. Hamilton décrit une exploitation, celle de Songourli, et M. Ainsworth deux autres gisements, ils seraient plus récents que les grès rouges.

Malgré ces nouvelles observations et celles d'Hommaire de Hell (2) sur les assises à Nummulites (*N. elegans? N. variolaria, N. biaritzana, N. discorbina*) des environs de Chilli et d'autres points du littoral, entre ce port et Trébisonde, observations qui restreignaient l'étendue beaucoup trop considérable, attribuée d'abord à la craie par MM. Hamilton et Strickland, cette formation elle-même était encore mal comprise, et à plus forte raison le système nummulitique. Les recherches persévérantes de M. Pierre de Tchihatcheff (3) ont eu pour résultats non seulement de préciser nettement les caractères de ce dernier, mais encore ceux de la craie à laquelle on l'associait sans motifs suffisants, de faire connaître l'existence de la formation jurassique que personne avant lui n'avait soupçonnée, d'assigner aux couches de transition des limites qui avaient été méconnues, et de fixer enfin l'horizon dévonien de celles-ci par une suite de fossiles bien déterminés.

M. de Tchihatcheff décrit les roches nummulitiques et les grès rouges gypsifères par régions géographiques, dont il distingue cinq principales, d'ailleurs fort inégales en étendue : ce sont les régions de Zafranboli, de Smyrne, de la Pisidie et de la Lycie, de Nicomédie et du mont Karamasa.

---

(1) Vol. I, p. 405.
(2) Notice de M. Viquesnel (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850).
(3) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 388, 1850.

Région de Zafranboli.

En y comprenant les grès rouges et les gypses, qui forment une bande étroite sur le revers sud-ouest de la chaîne granitique du Khodja-Dagh, la région nummulitique de Zafranboli est la plus étendue de l'Asie Mineure, car elle embrasse, presque sans interruption, toute la Galatie et une partie de la Paphlagonie et de la Bithynie. A l'exception de la localité de Zafranboli, où des fossiles avaient été déjà signalés, on n'en avait point découvert ailleurs, et l'auteur indique particulièrement les restes de corps organisés dans la vallée située près du Boglan-Dagh, à trois heures au nord-ouest d'Angora, puis aux environs du village d'El-Gary, à trois heures au nord-est de la même ville, dans le voisinage immédiat de Yuzgat, dans la vallée de Dilidji-Irmak, à quatre heures à l'ouest de cette ville et à la montagne nommée Jarymkalé, qui s'élève non loin de la pente méridionale de la chaîne du Tchitchek-Dagh.

Plus de soixante espèces ont été recueillies dans ces diverses localités. Parmi elles nous en avons reconnu un certain nombre qui ont leurs analogues dans les dépôts tertiaires inférieurs du nord de la France. Telles sont : *Nummulina lævigata*, *N. scabra*, *N. elegans*, *Corbula exarata*, *Corbis lamellosa*, *Lucina ambigua*, *L. mutabilis*, *Cytherea lævigata*, *Venericardia acuticostata*, *V. imbricata*, *V. multicostata*, *Ostrea gigantea*, *Terebellum convolutum*. D'autres caractérisent la formation nummulitique elle-même. Ce sont : *Nummulina biaritzana*, *N. distans* ou *polygyrata*, *N. spira* et ses variétés, *N. Ramondi*, *Alveolina longa*, *A. subpyrenaica*, *Serpula spirulæa*, *Lucina corbarica*, *Terebellum obtusum*. Enfin, il y a beaucoup d'espèces nouvelles très remarquables, entre autres, *Cardium nummuliticum*, *Spondylus asiaticus*, *Natica bazarkensis*, *Cerithium Tchihatcheffi*, *Terebellum belemnitoideum*.

Région de Smyrne.

Les roches nummulitiques entourent le massif trachytique sur lequel Smyrne est bâtie, s'étendant seulement jusqu'à dix heures de marche au sud de cette ville, le long du golfe de Skalanova où elles recouvrent immédiatement les micaschistes. Au nord elles sont interrompues par des masses très considérables de trachyte qui s'avancent au nord-ouest et à l'ouest, et elles reparaissent au delà pour former le littoral sud du golfe d'Adramite et une partie de la côte opposée de la Troade.

A l'est du massif élevé de trachyte et de granite qui se prolonge au nord dans cette dernière province, les couches à Nummulites prennent un développement beaucoup plus grand qu'à l'ouest; elles avancent au delà d'Akhissar et de Balikesri, pour atteindre le litto-

ral de la Propontide qu'elles longent, depuis l'embouchure du Rhyndacus jusqu'au Granicus, limite naturelle des trachytes de la Troade. Ainsi s'évanouissent, devant un examen plus sérieux, cette scaglia ou craie des Apennins, que des observations superficielles indiquaient partout en Orient, et ces associations de Nummulites et d'Hippurites si souvent invoquées.

Région de la Pisidie et de la Lycie.

La région nummulitique de la Pisidie et de la Lycie occupe la totalité de cette dernière province, où les couches sont fréquemment interrompues par des dépôts tertiaires plus récents et des roches serpentineuses, puis la Pisidie et la Pamphylie, ainsi que la partie sud de la Phrygie; enfin, elle forme le littoral de la Méditerranée depuis les environs d'Alaya jusqu'au golfe de Macri. M. de Tchihatcheff signale peu de fossiles dans cette région, si ce n'est entre les villages de Kutchub-Bourlou et de Dinner en Phrygie, où il a trouvé avec la *Nummulina lœvigata*, très abondante, et constituant même la roche à elle seule, des Térébratules lisses, dont une a la plus grande analogie avec la *T. elongata*, Nils., et l'autre avec la *T. carnea*, Sow., toutes deux de la craie.

Région de Nicomédie.

La région peu étendue de Nicomédie forme une lisière de chaque côté du golfe de ce nom, en s'appuyant, à l'ouest, au nord et au sud, sur des roches dévoniennes, et à l'est sur des roches crétacées. Dans cette dernière direction la limite est seulement approximative; mais, comme les couches des environs d'Erégli sont parfaitement caractérisées par leurs fossiles (*Inoceramus Lamarckii*, Al. Brong., *Pecten quadricostatus*, Sow., *Terebratula disparilis*, d'Orb., *Alveolina cretacea*, d'Arch.), sans la moindre trace de Nummulites, tandis que sur le littoral sud du golfe les calcaires blancs sont remplis de ces foraminifères, sans aucun mélange de fossiles secondaires, la ligne de séparation suivrait à peu près le cours du Sangarius.

Région du mont Karamass.

L'examen de la région du mont Karamass a permis à l'auteur de déterminer pour la première fois un point de chronologie géologique fort important, savoir : la limite extrême à laquelle on puisse placer, dans le temps, le soulèvement du mont Argée. En effet, les dépôts nummulitiques du Karamass-Dagh, bien caractérisés par leurs fossiles dans le voisinage de ce massif volcanique, et à quatre heures de marche de Kaïsaria (Césarée), plongent de l'E. 20° N. à l'O. 20° S. sous un angle de 50° ou 40°, ce qui ne permet pas de placer la formation du mont Argée avant la fin de la période nummulitique. La partie fossilifère septentrionale du mont Karamass est connue

des Turcs sous le nom de *Merdjémek-Dagh*, ou *mont des Lentilles*, à cause de la prodigieuse quantité de Nummulites qu'on y trouve; mais le Karamass-Dagh, pris dans son ensemble, est remarquable par sa position isolée et par sa forme allongée du S.-S.-O. au N.-N.-E. Son point culminant atteint 1798 mètres au-dessus du niveau de la mer ; il s'élève comme une île au milieu des trachytes, des basaltes et des tufs trachytiques du groupe montagneux de l'Argée, sans qu'on puisse le regarder cependant comme un lambeau de l'Anti-Taurus, dont il n'est qu'à quatre ou cinq lieues, car cette dernière chaîne est composée de calcaires dévoniens. La région nummulitique du mont Karamass est d'ailleurs caractérisée par les mêmes fossiles que celle de Zafranboli, quoique les espèces déjà connues dans les dépôts tertiaires inférieurs d'autres pays y soient moins nombreuses.

M. de Tchihatcheff, passant ensuite à l'examen des caractères pétrographiques et stratigraphiques des roches du système nummulitique, décrit successivement : 1° *les calcaires et les marnes*, 2° *les grès rouges et les gypses.*

Calcaires et marnes.

Les calcaires sont généralement blancs, jaunâtres ou gris sale, rarement cristallins, à cassure plus ou moins conchoïde, et se divisent en dalles. Ils se chargent parfois de matière siliceuse et passent à un calcaire sableux, ou bien la silice disposée en rognons leur donne une telle ressemblance avec les calcaires lacustres du pays, que, sans les fossiles, il serait difficile de les en distinguer. Les marnes, compactes ou friables, affectent les teintes les plus variées et jouent aussi un rôle important dans la formation. Entre Kayadjek et Gueurdès (Phrygie), leur teinte verte donne à toute la contrée l'aspect d'une surface gazonnée, malgré la pauvreté de la végétation herbacée.

Cette composition, assez uniforme, des assises nummulitiques dans le centre et le sud de l'Asie Mineure, ne s'étend pas à son littoral occidental, où les roches prennent une texture cristalline et une certaine schistosité qui, jointes à une teinte plus foncée, les feraient prendre pour un schiste argileux ancien. Peut-être aussi celles de la presqu'île Ionienne, en face de Scio (*sic*, p. 181, *in fine*), qui offrent ces caractères, seraient-elles antérieures aux roches dont nous parlons?

Sur la côte occidentale, l'inclinaison dominante des couches nummulitiques est au N.-O. sous des angles variant de 50° à 80°; dans le reste de l'Asie Mineure, le plongement est au S.-O. ou au S.-E., sous des angles également variables, mais quelquefois extrêmement faibles. La comparaison de ces divers accidents a permis de recon-

montre, dans ce pays, deux périodes d'éruptions trachytiques. Parmi ces éruptions, les unes sont antérieures et les autres postérieures aux sédiments nummulitiques. Le massif du mont Argée est, comme on l'a vu, dans ce dernier cas, tandis que la masse trachytique du mont Boglan, au nord-nord-ouest d'Angora, est un exemple du premier. Aux environs de Yuzgat, en Galatie, les roches trachytiques et basaltiques sont aussi antérieures aux grès à Alvéolines situés près de la ville, et plus récents que les dépôts fossilifères de la vallée de Dilidjisou. Dans la Turquie d'Europe, particulièrement le long de la chaîne côtière de la mer Noire, M. Viquesnel a également signalé l'antériorité des trachytes aux premières couches nummulitiques.

Les dépôts nummulitiques de l'Asie Mineure ne sont pas tous contemporains, et l'on en a la preuve dans la distribution des fossiles et dans la différence des caractères minéralogiques. On peut y reconnaître deux étages : ainsi les couches du mont Karamasé, du mont Boglan, etc., renferment très peu de fossiles identiques avec des espèces tertiaires inférieures connues en Europe, tandis que celles d'autres localités, comme Dilidjisou, en présentent un assez grand nombre. De plus, la disposition horizontale ou redressée des couches n'est pas en rapport avec leur ancienneté relative. Les plus anciennes sont tantôt dérangées et tantôt dans leur position première, tandis que les plus récentes sont assez constamment disloquées. Aussi l'auteur en conclut-il que, parmi les trachytes en contact avec les roches de l'étage inférieur, les uns sont antérieurs et les autres postérieurs à cet étage, ce qui prouverait que les éruptions trachytiques eurent lieu à trois reprises différentes, l'une avant le premier étage nummulitique, la seconde après, et la troisième depuis le dépôt du second étage.

Les grès, les marnes et les conglomérats qui entourent Yuzgat offrent, malgré l'absence du gypse, les principaux caractères de l'étage gypseux de l'Asie Mineure, et ils doivent être considérés comme en faisant essentiellement partie ; or, si l'on parvient à établir exactement leurs rapports avec les assises nummulitiques, ceux de l'étage gypseux seront par cela même déterminés. A deux heures au sud de Yuzgat, sur la route de Kaisaria, on remarque un conglomérat verdâtre ou noir, polygénique, rappelant par son aspect celui de la Superga ou de Ronca, et renfermant des polypiers très voisins du *Trochosmilia multisinuosa*, du *Ceratotrochus exaratus*, et du *Trochocyathus sinuosus*, puis la *Corbis pectunculus ?* (var. plus transverse et moins renflée que celle du calcaire grossier), un Grès rouges gypsifères.

Syrie septentrionale.

Cardium voisin du *C. hippopœum*. Non loin de ce point est un grès rempli d'*Alveolina longa*, foraminifère associé, au mont Boglan, avec un grand nombre de fossiles nummulitiques, et à côté vient affleurer une couche avec *Cerithium Tchihatcheffi*, l'une des coquilles les plus constantes de la formation. A cinq heures à l'ouest d'Osmankoï, ou à huit heures du calcaire de Dilidjisou, surgissent, dans la même vallée, les grès rouges, les marnes et les gypses alternant entre eux. Les eaux saumâtres de ce pays indiquent entre autre la présence du sel gemme, également caractéristique de l'étage gypseux, suivant M. de Tchihatcheff.

A trois heures au nord-est d'Angora, au sud du village El-Ghazy (El-Gary), succèdent aux trachytes des calcaires blancs, marneux, identiques avec les roches nummulitiques les mieux caractérisées et qui alternent ici avec des gypses que l'on n'observe jamais dans les couches fossilifères. Dans le mont Karamass, toute l'extrémité sud de la montagne est composée de calcaires noirs qui ne présentent aucune trace de fossiles, et vers l'extrémité nord cette roche passe à un calcaire sableux grisâtre qui constitue la montagne que nous avons vue désignée sous le nom de Merdjémek-Dagh.

La disposition stratigraphique des couches gypsifères s'accorde également avec celle des dépôts nummulitiques; leur inclinaison dominante du N.-O. ou du N.-E. au S.-E. ou au S.-O. est celle de ces derniers, et, suivant les lieux, on les voit affecter tous les degrés d'inclinaison, depuis l'horizontalité la plus parfaite jusqu'à une position verticale, et présenter les plissements les plus variés.

Ainsi, dans la partie de l'Asie Mineure que nous venons d'étudier, la formation nummulitique, bien caractérisée et séparée de la craie, est plus complète que dans la Crimée et sur les flancs du Caucase. Elle se compose de deux étages principaux, tout à fait comparables à ce que nous avons observé dans l'ouest et dans le centre de l'Europe; car les animaux marins y caractérisent aussi l'étage inférieur, tandis qu'ils manquent dans le supérieur. Nous retrouverons encore des traces de ces deux divisions importantes en nous avançant vers l'est, et dans le bassin de l'Araxes, par exemple, les marnes, les argiles feuilletées et les grès avec gypse et amas de sel subordonnés, dont nous avons parlé (*antè*, vol. II, p. 957), pourraient représenter la seconde partie de l'ère nummulitique.

Chaîne et contre-forts du Taurus.

On a vu (*antè*, vol. II, p. 959) quels étaient les dépôts tertiaires de la Cilicie, de la haute Syrie et de la Mésopotamie supérieure, et il est probable que certaines parties, désignées simplement comme

tertiaires, et d'autres comme appartenant à la craie, dépendent en réalité de la formation nummulitique. Ainsi les chaînons parallèles au Taurus et perpendiculaires à l'Alma-Dagh, au nord-ouest d'Antab, forment, dit M. C. Gaillardot (1), trois gradins élevés les uns au-dessus des autres et composés de calcaires à Nummulites, redressés sur divers points par les roches ignées. Les couches plongent à l'E., vers l'Euphrate, et les plus récentes, qui passent sous la vallée que parcourt le fleuve, sont des calcaires compactes, blancs ou gris verdâtre, traversés par des veines de chaux carbonatée et renfermant des polypiers, des échinodermes et des Huîtres. Au-dessous est un calcaire marneux blanc, crayeux, puis vient une alternance de marnes vertes et de grès jaunâtre, tendre, à grain fin, avec des calcaires puissants, tantôt compactes, tantôt marneux, et quelquefois exclusivement formés de *Nummulina intermedia* (2). D'autres calcaires blancs d'Ainzarka nous ont présenté les *Nummulina Ramondi*, *lævigata*, peut-être *biaritzana* et l'*Alveolina subpyrenaica*. Syrie septentrionale.

On trouve aussi dans ces couches des silex pyromaques blonds, et des rognons de silex très poreux, friables, dans lesquels l'auteur croit avoir reconnu de très petites Ammonites que nous soupçonnons n'être que de grandes Operculines ou certaines variétés de la *Nummulina spira*? D'autres silex plus compactes, plus durs, rose-foncé, sont aussi pétris de grandes Nummulites. Dans les dernières couches calcaires M. Gaillardot mentionne des débris de corps organisés qu'il rapporte à des rudistes. Au delà de Mazra, les assises plongent à l'O. par suite de l'apparition d'une roche basaltique qui se montre au fond de la vallée de Karabééhly.

L'auteur fait remarquer ici la presque identité des couches qui terminent, à ses deux extrémités, ce qu'il nomme la formation crétacée de la Syrie et de la partie nord de l'Égypte. L'Alma-Dagh présente en effet les mêmes assises, disposées de la même manière que celles des collines de Mokattam, près du Caire, dont nous parlerons ci-après.

Un ensemble de marnes vertes et de grès sépare deux séries de

(1) *Études géologiques et topographiques sur la Syrie* (*Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. VI, p. 849, 1849).

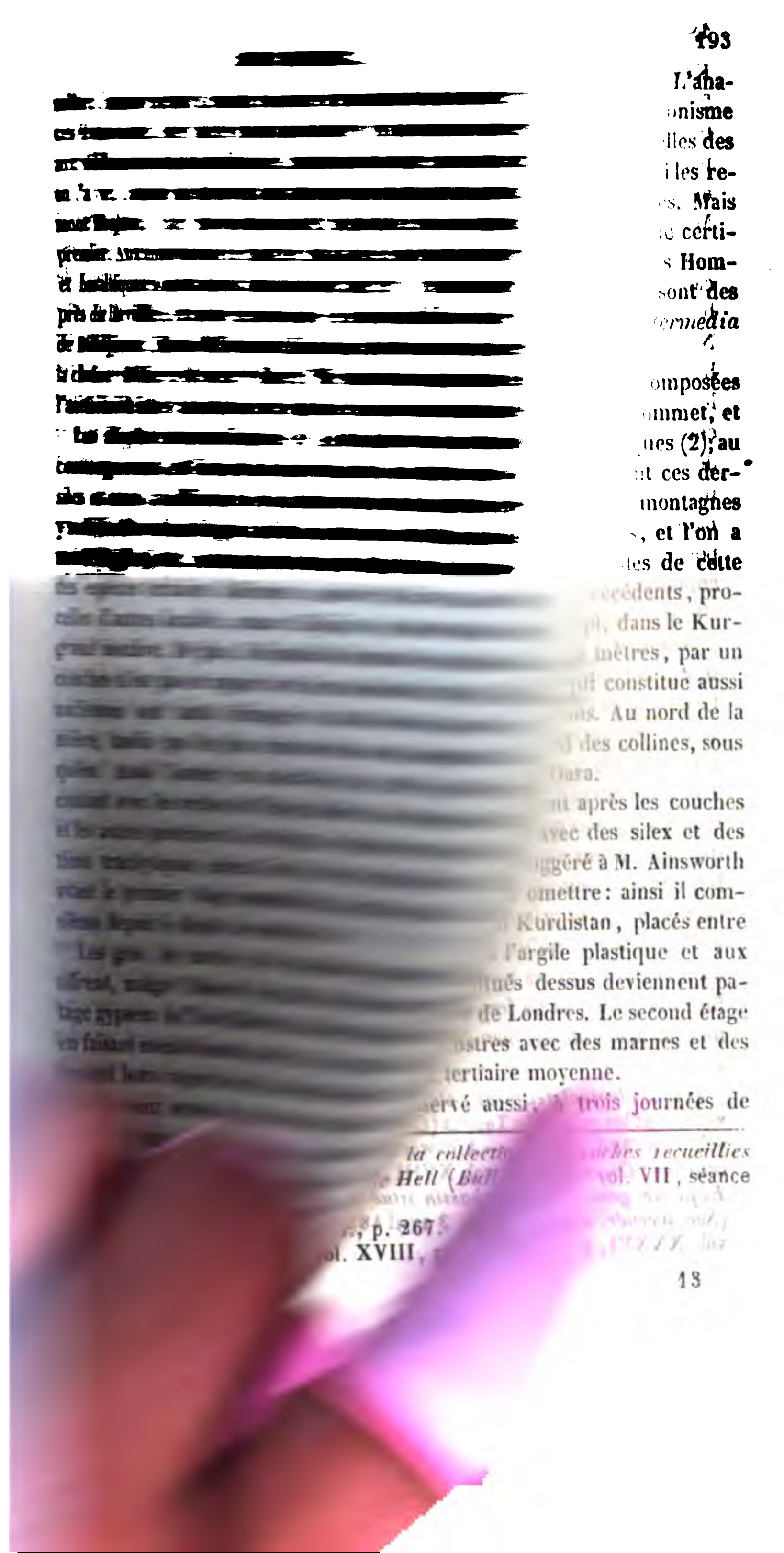
(2) C'est à l'obligeante intervention de M. Ch. Martins que nous devons d'avoir pu examiner les échantillons (nos 3 et 5) envoyés par M. Gaillardot au Musée d'Épinal. Tous les autres fossiles, à l'exception des poissons, proviennent de couches plus anciennes, probablement néocomiennes.

calcaires plus ou moins marneux, dont la supérieure renferme peu de fossiles, tandis que l'inférieure est caractérisée par les Nummulites. C'est cet ensemble de couches plus développé et constituant les montagnes les plus élevées de la Syrie que M. Gaillardot propose de désigner sous le nom de *système libanien*, expression tout à fait inutile et d'autant moins motivée, que la description encore vague et incomplète de ces diverses assises n'établit point leurs rapports avec les véritables couches crétacées du même pays, et que, dans le Liban central, sous le parallèle de Tripoli et de Balbek, il ne paraît plus en exister de trace. Ces rapports n'ont pas même été recherchés, ni avec l'une des deux couches à poissons dont l'auteur a envoyé des échantillons, ni avec celles dont il a recueilli des fossiles assez nombreux qui paraissent être néocomiens. Tout porte à croire que la formation nummulitique est représentée dans le haut Liban, comme au nord dans le Taurus, et qu'elle repose sur la formation crétacée qui y existe certainement aussi.

La partie plane du district d'Antioche est formée par les calcaires marneux qui, dans la coupe précédente, plongeaient sous la vallée de l'Euphrate, mais dont l'âge, relativement aux calcaires à Nummulites, ne semble pas avoir été suffisamment démontré. Ils sont recouverts par des poudingues et des brèches calcaires qui fournissent les beaux marbres connus sous le nom de *brèche d'Alep*. La région la plus élevée du pays, la surface des plateaux, les crêtes qui les dominent, les arêtes de rochers qui les sillonnent, sont formées de calcaires compactes, presque horizontaux, sous lesquels viennent les marnes blanches qui en dépendent (1).

Nous sommes d'autant plus porté à douter des distinctions et des rapprochements proposés par M. Gaillardot, que, lorsqu'il se dirige au S., dans la chaîne du Liban, à sa jonction avec l'Anti-Liban, au midi de Balbek, puis sur les flancs de la vallée du Jourdain, à la hauteur du lac de Tibériade, dans la chaîne de Naplouse, sur le prolongement de laquelle se trouve Jérusalem, et lorsqu'il trace une coupe de la Méditerranée à la mer Morte, passant par cette dernière ville, il ne signale partout que son *système libanien*, et particulièrement les couches supérieures de calcaires durs, compactes, esquilleux, blancs ou roses, ou bien poreux, friables, ca-

(1) Le *Conoclypus conoideus* a été trouvé par M. Russegger à Souédi, dans la vallée de l'Oronte (*Berichte üb. die Mittheil.*, vol. IV, 1848).



[redacted] L'ana-
[redacted] nisme
[redacted] lles des
[redacted] i les re-
[redacted] s. Mais
[redacted] e certi-
[redacted] s Hom-
[redacted] sont des
[redacted] ermedia
[redacted] omposées
[redacted] mmet, et
[redacted] nes (2), au
[redacted] t ces der-
[redacted] montagnes
[redacted] , et l'on a
[redacted] les de cette
cédents, pro-
pl, dans le Kur-
mètres, par un
qui constitue aussi
ns. Au nord de la
des collines, sous
Dara.
nt après les couches
avec des silex et des
uggéré à M. Ainsworth
omettre : ainsi il com-
Kurdistan, placés entre
l'argile plastique et aux
tués dessus deviennent pa-
de Londres. Le second étage
ostres avec des marnes et des
tertiaire moyenne.
servé aussi ... trois journées de

la collect... ches recueillies
Hell (Bull... vol. VII, séance
..., p. 267.
ol. XVIII,

Kara-Bel, de 1760 mètres d'altitude, et couronnées par des cimes de 250 à 800 mètres plus élevées encore, sont composées de serpentines, d'euphotides, de stéaschistes charbonneux, recouverts au sud par des grès, des argiles schisteuses, et au nord par des gypses et des grès qui sont sans doute le prolongement de ceux de l'Asie Mineure.

Entre Kharput et Arganah, les montagnes présentent des calcaires et des schistes que M. W. Smith (1) rapporte à la craie des bords de la Méditerranée. Les parties supérieures sont remplies de Nummulites sous lesquelles se montrent des marnes altérées, et plus bas des roches diallagiques et amphiboliques. A l'ouest de Kharput les roches sont plus anciennes. Le monastère d'Arganah, sur le contre-fort le plus méridional du Taurus, dont les deux pics aigus dominent au loin tout le pays, est bâti à 1200 mètres d'altitude, sur un calcaire compacte, de teinte claire, rempli de Nummulites. A la base de la montagne affleurent successivement un conglomérat porphyritique, des schistes métamorphiques, puis des diorites, des euphotides et des serpentines qui occupent le fond de la vallée ou affectent la forme de dykes.

Autour d'Arganah-Maden, les roches serpentineuses et diallagiques se sont fait jour à travers des marnes, des calcaires et des conglomérats. Les mines de cuivre sont ouvertes dans un amas irrégulier de sulfure double de cuivre et de fer, engagé dans la serpentine ou placé peut-être à la jonction de cette roche avec les marnes. Entre l'Anti-Taurus et Sivas à l'ouest, des grès quartzeux, associés à des gypses et à des marnes grises et rouges, représentent les roches analogues que nous avons vues dans la Galatie et la Cappadoce réunies à la formation nummulitique. L'auteur croit devoir rapporter au *grès vert* les calcaires gris d'Arganah, de Kharput et de l'Anti-Taurus, et fait remarquer qu'ici, comme en Toscane, ce grès a été traversé par les serpentines et les roches diallagiques qui y ont apporté les sulfures de cuivre et de fer. Les bancs inférieurs (scaglia), ajoute-t-il, ne sont pas d'un âge bien déterminé, mais la partie supérieure avec

---

(1) *Geological features*, etc. Caractères géologiques du pays environnant les mines du Taurus (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 330, 1845). — Ainsworth, *loc. cit.*, p. 272. — De Chancourtois, *Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 827, 1844. — R. Hamilton, *Esquisse géologique du bassin situé entre le Tigre et l'Euphrate* (*Soc. wernér. d'Edimbourg*, 3 avril 1831; — *Bibl. univ. de Genève*, vol. XXXVI, p. 118, 1841).

des marnes et des Nummulites offre un horizon mieux établi. L'analogie sera tout aussi exacte si l'on admet avec nous le synchronisme des assises nummulitiques de cette partie du Taurus avec celles des Apennins, et le parallélisme des marnes et des grès gypseux qui les recouvrent avec le macigno et les schistes ou grès à Fucoïdes. Mais ce qui n'était qu'une présomption de notre part devient une certitude, par suite de l'examen des échantillons qu'a recueillis Hommaire de Hell, entre Kéban-Maden et Kharput, et qui sont des calcaires et des grès remplis de *Nummulina Ramondi*, *intermedia* et *lævigata* (1).

Les pentes des collines des environs de Jézirah sont composées de grès et de conglomérats jusqu'à 30 mètres de leur sommet, et elles sont couronnées par des roches feldspatho-pyroxéniques (2); au delà de Tel-Sakhan, des calcaires compactes remplacent ces dernières. Les plaines s'abaissent vers Nisibin; au sud des montagnes de Baarem, la plaine se termine par des grès tertiaires, et l'on a vu qu'à Dara les calcaires étaient remplis de coquilles de cette époque (*antè*, vol. II, p. 960). A Mardin, les grès précédents, prolongement de ceux de la Mésopotamie et de Chiaspi, dans le Kurdistan, sont recouverts, sur une épaisseur de 30 mètres, par un calcaire jaune, friable, rempli de Nummulites, qui constitue aussi les sommités de plusieurs montagnes aux environs. Au nord de la ville, les marnes charbonneuses affleurent au pied des collines, sous le calcaire à Nummulites comme sous celui de Dara.

La craie supérieure se montre immédiatement après les couches charbonneuses, puis vient la craie inférieure avec des silex et des échinodermes (p. 252). Cette disposition a suggéré à M. Ainsworth un rapprochement que nous ne devons pas omettre: ainsi il compare ces dépôts charbonneux inférieurs du Kurdistan, placés entre la craie et les calcaires à Nummulites, à l'argile plastique et aux sables du Soissonnais, et les calcaires situés dessus deviennent parallèles au calcaire grossier et à l'argile de Londres. Le second étage de lignite, associé aux calcaires lacustres avec des marnes et des gypses, représenterait la formation tertiaire moyenne.

M. de Chancourtois (3) a observé aussi, à trois journées de

(1) A. Viquesnel, *Note sur la collection des roches recueillies en Asie par feu Hommaire de Hell* (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850).

(2) Ainsworth, *loc. cit.*, p. 267.

(3) *Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 377, 1844.

marche avant Jézirah, ce grand développement de grès marneux verts, avec des calcaires subordonnés, et surmontés çà et là de bancs puissants de roches avec Nummulites, Peignes et échinodermes. Les communications verbales que nous devons à l'obligeance de cet ingénieur, et l'examen de la collection qu'il a rapportée, ont tout à fait confirmé les données précédentes en y ajoutant des déterminations de fossiles qui manquaient encore. Ainsi, dans le grand espace presque désert que M. de Chancourtois a parcouru entre Van et Jézirah, il a trouvé les grès argileux très fins, couronnés par des bancs avec *Nummulina variolaria?* et *scabra*. Plus au nord-ouest, à Tchanlu-Kilissé, près de Much, dans la vallée du Kuroshaï, ce sont des calcaires blancs avec *Orbitolites submedia* et *Fortisii*; et en se rapprochant de Trébisonde, entre Gumuch-Hana et Baïburt, des couches de 10 à 12 mètres d'épaisseur, formant des plateaux à 1000 mètres d'altitude, renferment les *Nummulina Ramondi* et *spira* et les Orbitolites précédentes. En général, l'horizon des strates nummulitiques est nettement marqué dans toute cette région. Ils recouvrent souvent, comme un vaste chapeau et à des hauteurs considérables, les montagnes formées par les autres roches; leur disposition presque toujours horizontale, les escarpements abrupts et les lignes droites de leurs arêtes, leur donnent un caractère particulier qui les fait reconnaître de très loin et permet de les suivre de l'œil jusqu'à de grandes distances.

Perse. Plus à l'est encore, Hommaire de Hell nous a fourni de précieux jalons qui continuent à marquer la formation nummulitique dont la constance des caractères zoologiques ne se dément pas. Ainsi, au nord-ouest de Téhéran, un porphyre pyroxénique constitue tout un versant de la montagne de Khialanek, tandis que sur le versant opposé, presque à la hauteur du col, se montre un grès calcarifère, rempli de *Nummulina spissa*, *Ramondi*, *intermedia* et *lævigata*. Au-dessous viennent des grès et des argiles schisteuses, et, au pied de la montagne, la roche ignée précédente, accompagnée de conglomérats verdâtres et bleuâtres qui rappellent, dit M. Viquesnel (1), ceux du Bosphore. Enfin, après avoir traversé l'axe central de l'Elbourz, le même voyageur retrouva encore les calcaires avec *Nummulina Ramondi* sur le versant nord de cette chaîne.

---

(1) *Notes sur la collection de feu Hommaire de Hell* (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850).

Déjà M. Woskoboinikow (1) avait signalé des Nummulites dans les montagnes qui bordent la mer Caspienne, mais seulement sur leur versant septentrional et à une faible hauteur. D'après ce voyageur, le premier soulèvement de l'Elbourz aurait immédiatement succédé à la formation jurassique et le second aurait suivi les dépôts nummulitiques.

Il est à regretter que la position des calcaires à Nummulites n'ait pu être établie par rapport aux calcaires crétacés marneux, gris jaunâtre, qu'Hommaire de Hell a rencontrés aussi au nord de l'axe près de Radkhan, et dans lesquels il a recueilli l'*Ananchytes semi-globus*, Lamk., la *Terebratula subrotundata*, Sow., l'*Ostrea globosa*, id., puis une grande Phasianelle? (*P. Hommairei*, nov. sp.), et une nouvelle Ammonite (*A. Laurensi*); car il existe peut-être sur ce point une superposition des deux formations aussi nette qu'en Crimée et dans certaines parties des Alpes.

§ 2. Asie méridionale.

Nous connaissons peu d'observations sur l'existence de la formation nummulitique entre le 52e et le 64e degré de longitude orientale. Au sud, nous la trouvons citée par M. de Buch (2) dans les montagnes de Zagros. Suse, dit-il, est bâtie sur les Nummulites qui pénètrent dans le Mekran, le long du golfe Persique, etc. Nous regrettons de ne pas connaître la source où le célèbre géologue a puisé ces renseignements. Les voyageurs qui ont parcouru récemment ce pays, entre autres M. Ainsworth (p. 248), ne signalent dans la chaîne de Zagros que des roches cristallines diallagiques, des serpentines, des euphotides, etc., et nous représentent l'ancienne Susiane comme exclusivement occupée par des dépôts très récents. Ce n'est que plus à l'est, à l'embouchure de l'Indus, puis en remontant ce fleuve, et dans le Béloutchistan, que nous retrouvons des détails tout à fait circonstanciés sur les caractères, l'étendue et l'importance de cette formation.

Alex. Burnes (3) a signalé des Nummulites dans la province de — Province de Cutch.

(1) *Travels in northern Persia*. Voyage dans le nord de la Perse (*Arch. de Erman*. vol. V, p. 671; — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 96).
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 542, 1847.
(3) *On the geology*, etc. Sur la géologie des rives de l'Indus, le Caucase indien, etc. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, p. 491, 1833-1835).

Cutch, et des calcaires compactes remplis de ces foraminifères s'étendraient de la chaîne d'Hala, sur la rive droite de l'Indus, jusqu'au nord-ouest de Caboul, dans le Caucase indien.

Nous avons décrit d'après M. Grant (1) (*antè*, vol. II, p. 978), les dépôts tertiaires de la province de Cutch, en nous réservant de parler ici des couches nummulitiques du même pays; mais après avoir étudié la collection de fossiles recueillis par M. Vicary, un peu plus au nord, dans la chaîne d'Hala, nous avons reconnu que beaucoup d'espèces des couches à Nummulites de ce dernier pays étaient identiques avec celles des couches regardées par M. Grant comme tertiaires dans la province de Cutch; et qu'il a séparées de celles qui y renferment les Nummulites. En outre, des fossiles qu'il a cités comme exclusivement propres à ces dernières sont associés aux précédents dans la chaîne d'Hala, de sorte que rien n'empêche de réunir, comme appartenant à une seule formation, les deux étages établis d'abord à l'embouchure de l'Indus et dont la superposition n'est pas même bien constatée, M. Grant ne les ayant décrits séparément qu'à cause de quelques différences dans les caractères minéralogiques.

L'espace occupé par le calcaire à Nummulites et les marnes est limité par les grès secondaires, le groupe charbonneux, les dépôts tertiaires dont nous avons parlé, et par les alluvions de la branche orientale de l'Indus. Les calcaires sont presque exclusivement composés de Nummulites, d'Orbitolites et d'Alvéolines, et leur épaisseur ne dépasse pas 20 à 25 mètres. La roche ressemble à la craie; quelquefois elle est plus solide, fournit des pierres de construction ou sert à faire de la chaux. Les bancs sont généralement horizontaux; cependant ceux sur lesquels a été bâtie la ville de Luckput sont très dérangés par le voisinage des roches ignées dont nous traiterons ci-après. Au sud, la plaine est bordée par une chaîne peu élevée de collines basaltiques.

Les fossiles de ces couches sont nombreux, mais les espèces signalées et décrites à la suite du mémoire de M. Grant, ayant dû être revues de nouveau et leur synonymie rectifiée, nous renvoyons au tableau général ci-après où elles sont toutes mentionnées. L'examen des échantillons du Sinde nous a permis, comme on vient de le voir, d'ajouter à la liste les fossiles des couches tertiaires de Cutch et de

(1) *Ibid.*, vol. V, p. 302, avec carte et planches de fossiles, 1837.

faire quelques changements aux rapprochements et aux déterminations de M. J. de C. Sowerby; aussi nous bornerons-nous à mentionner ici les *Nummulina spissa*, *scabra* et *spira*, l'*Echinolampas subsimilis*, l'*Ostrea vesicularis*, et la *Neritina conoidea*, coquilles que nous avons pour ainsi dire suivies à travers l'ancien continent, depuis les côtes de l'Atlantique jusque sur ce littoral de l'océan Indien.

Chaîne d'Hala (Sinde). Dans la partie sud-ouest du Sinde (1) la chaîne des collines d'Hala qui part du cap Monze, près du port de Kurrachee, pour remonter au N. le long de la rive droite de l'Indus, présente une coupe que nous avons déjà donnée (*antè*, vol. II, p. 979), et dans laquelle on voit les calcaires à Nummulites proprement dits, et un calcaire sableux avec Hippurites et Nummulites, constituer à eux seuls la formation. Ils sont surmontés de dépôts tertiaires plus récents, de dépôts quaternaires, et ils reposent sur des schistes noirs d'une épaisseur inconnue. M. Vicary (2) en parcourant en divers sens le pays compris entre la chaîne d'Hala et l'Indus, décrit les points où il a observé les affleurements de ces couches. Les montagnes qui s'élèvent derrière la ville de Peeth, à 500 mètres environ au-dessus de la mer, sont presque entièrement formées de calcaires nummulitiques, plongeant de 30 degrés à l'E. La roche est dure, compacte, subcristalline, et ses fossiles sont mal conservés. La chaîne, couronnée de pics isolés, s'élève graduellement vers le N. et atteint 1200 mètres d'altitude. L'auteur l'a traversée sur plusieurs points et l'a suivie sur une longueur de 200 milles, du cap Monze jusqu'à l'ouest de Larkhana, et il a pu constater dans toute cette étendue la continuité de la formation nummulitique. D'autres voyageurs, et en particulier M. Vigne, l'ont encore observée dans la partie septentrionale de la chaîne de Soliman, le long de la base de l'Himalaya, entourant à l'ouest et à l'est le pays de Subathoo et dans la province de Cachemir (3).

(1) Cette région qu'arrose le cours inférieur de l'Indus ou Sind est appelée indifféremment par les géographes : *Sindhy*, *Sindy*, *Sind*, *Scind*, *Scinde* ou *Tatta* ; nous suivons l'orthographe adoptée par Vosgien et Malte-Brun.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 334, 1847.

(3) V. Jacquemont, qui a parcouru à deux reprises le versant sud-ouest de l'Himalaya, entre Cachemir et Dehra, ne signale nulle part de roches nummulitiques.

La belle collection de fossiles que M. Vicary recueillit pendant son excursion fut envoyée à Londres, et sir R. I. Murchison ayant bien voulu nous la communiquer, nous mentionnons ici les espèces déjà décrites et connues en Europe; nous indiquerons au Tableau les espèces communes à la province de Cutch et celles qui, étant nouvelles, seront publiées prochainement.

Ceratotrochus exaratus, *Trochocyathus cyclolitoides*, *T. van den Heckei*, *Trochosmilia corniculum*, *T. multisinuosa*, *Phyllocœnia irradians*, *Siderastrea funesta*, *Cycloseris Perezi*, *Nummulina spissa*, *N. spira*, *N. scabra*, *N. Ramondi*, *N. discorbina*, *Operculina ammonea*, *Echinolampas subsimilis*, *Schizaster rimosus?* *Pholadomya Puschii*, *Chama calcarata?* *Mytilus lithophagus*, *Ostrea multicostata*, *O. vesicularis*, *Voluta cythara*, *Strombus Fortisii*, *Terebra Vulcani*, *Siliquaria anguina*, *Trochus Benettiæ*, *T. agglutinans*, *Neritina conoidea*.

Béloutchistan, etc. M. Vicary (1) avait donné précédemment un mémoire sur une partie des montagnes du Béloutchistan, situées au nord-ouest de la région dont nous venons de parler. L'espace qu'il a parcouru a 90 milles de l'O. à l'E., de Shahpoor à Goojeroo, et 500 milles du S. au N., depuis la chaîne de grès qui borde le désert, jusqu'aux montagnes de Murray. Les séries de collines et les vallées sont dirigées presque E., O., et le plongement général des couches est au S. On compte sept chaînes parallèles dont la hauteur augmente graduellement, depuis les basses collines de grès qui limitent le désert, jusqu'aux monts Murray.

Les grès de la première chaîne ne diffèrent pas sensiblement de ceux de la seconde, qui se prolongent aussi à l'est jusqu'à une distance qui n'a pas été déterminée. Les passages de Jullock, de Gundava, etc., y sont ouverts, et à l'ouest, près de Shahpoor, ils touchent accidentellement la première chaîne calcaire. Ooch est regardé par M. Vicary comme le point où s'est produit l'effort des agents souterrains. C'est une vallée d'un demi-mille de large sur deux milles et demi de long, dont les strates plongent de toutes parts en dehors, sous un angle de 45° et présentent leurs tranches à l'intérieur sur une hauteur de 60 mètres. La surface du sol est parsemée de fragments de calcaires nummulitiques, de petits cailloux de quartz, de grès des environs, et de gravier plus récent, rempli

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 260. 1846.

de Nummulites et de coquilles roulées. Sous les grès précédents vient une argile traversée par des veines de gypse, mais dépourvue de fossiles ainsi que les grès. La plus grande élévation de cette seconde chaîne, au-dessus du passage de Jullock, n'est que de 122 mètres, et au nord, après avoir encore traversé plusieurs bandes de grès et de conglomérats souvent nummulitiques qui les recouvrent, on arrive au calcaire à Nummulites. Celui-ci est surmonté, tantôt par le grès lui-même, tantôt par les conglomérats formés à ses dépens, et dont l'épaisseur atteint jusqu'à plusieurs centaines de pieds comme à Trukkee.

Les calcaires sont ordinairement d'un bleu très foncé, passant quelquefois au gris ou au jaune pâle, comme à Doza-Khooshtie où ils deviennent sablonneux. Parfois ils tendent à prendre une structure schistoïde et contiennent peu de foraminifères. Des crustacés du genre *Cancer* sont fréquents dans la partie inférieure. L'auteur suppose que ces roches doivent leurs teintes, leur dureté et leur sonorité à l'influence d'une haute température qui en aurait fait disparaître les débris organiques. La puissance des calcaires est très considérable et ils constituent toutes les hautes chaînes de cette partie du Béloutchistan. Quatre de ces chaînes composées des mêmes roches courent E., O. La plus septentrionale qu'ait visitée M. Vicary, celle de Murray, atteint environ 1060 mètres d'altitude. La grande quantité de Nummulites et d'autres fossiles qu'on y trouve permet d'établir facilement la relation des diverses couches. Les collines rocheuses qui portent Roree et Sukken sont des affleurements des mêmes calcaires caractérisés aussi par les mêmes fossiles, mais dont la teinte rappelle les calcaires sablonneux de Doza-Khooshtie. Le soulèvement de ces assises a donné lieu à de nombreux et profonds défilés dirigés N., S. ou perpendiculairement à la direction des chaînes. Celle de Trukkee est la plus remarquable par les accidents de ce genre.

Ces calcaires nummulitiques occupent une très grande étendue de pays ; ils existent aux environs de Tukht-i-Soliman et sont employés dans les constructions à Cantuel. A Nune ils plongent de 20° au S. sous les conglomérats et les grès. Au passage qui conduit à la vallée de Deyrah on remarque une faille de 100 mètres, au delà de laquelle les couches sont presque horizontales jusqu'à Coombe situé à 640 mètres au-dessus de la mer. Après ce village, les calcaires plongent au N., puis disparaissent sous les collines de grès,

remplis d'ossements et de bois fossiles. Ils se montrent de nouveau pour former le bord méridional de la vallée de Deyrah, s'enfoncent sous les conglomérats, puis s'élèvent encore et constituent la chaîne de Trukkee où ils atteignent une élévation de 1000 mètres. Le plongement est au S., variant de 45 à 60°, et les assises représentent une muraille verticale ou une sorte de fortification naturelle d'une grande hauteur, découpée de distance en distance par des fentes profondes. M. Vicary a suivi cet escarpement, avec sa disposition constamment abrupte, sur une longueur de 70 milles. Quant à la vallée de Deyrah, elle serait le résultat d'un enfoncement.

De ce point à la chaîne de Murray les couches sont très tourmentées, et cette dernière chaîne est elle-même composée de calcaires à Nummulites. La stratification en est presque horizontale, et les couches, qui présentent au S. un escarpement à pic, sont à un niveau plus élevé que toutes celles que l'on rencontre jusqu'au désert. La variété jaune de ces calcaires contient souvent des nodules ramifiés ou des masses tabulaires de silex ressemblant à des tiges d'Algues ou d'Éponges, surtout à Doza-Khooshtie et à Trukkee, et dans la chaîne qui porte ce dernier nom il existe des marbres qui pourraient être employés pour la statuaire.

Les fossiles recueillis dans les calcaires à Nummulites du Béloutchistan établissent suffisamment leur identité avec ceux de la chaîne d'Hala et de la province de Cutch. Ce sont particulièrement : *Orbitolites ephippium*, *O. dispansus*, *Nummulina scabra*, *Alveolina elliptica*, *Cidaris serrata*, *Hemiaster beloutchistanensis*, *Schizaster obliquatus*, *Brissus elongatus*, *Cardium ambiguum*, *Ostrea callifera*, *Globulus obtusus*, *Cypræa depressa*, *Turbinellus bulbiformis*, etc. Ils tendent à prouver que, dans cette partie méridionale de l'Asie, la formation à laquelle ils appartiennent n'a pas un moindre développement que celui que nous avons constaté dans sa partie occidentale et dans le midi de l'Europe. On peut remarquer en outre que les grès et les conglomérats, qui ont participé aux mêmes dislocations que les calcaires, nous représentent aussi les grès rouges, les argiles gypseuses et les marnes du Taurus et de l'Asie Mineure, comme les calcaires à Fucoïdes, le macigno, le flysch des Apennins et des Alpes.

Enfin, à 20° encore plus à l'est, nous avons déjà rappelé (*ante*, vol. II, p. 984) que M. Mac Clelland avait signalé des dépôts

tertiaires renfermant de nombreuses coquilles dont un cinquième étaient identiques avec celles du bassin de la Seine. Des calcaires à Nummulites, dit le même géologue (1), se montrent à la base des montagnes de Kossia (Kosya). Ils sont bleus, compactes, alternent avec une roche oolithique terreuse, grossière et paraissent reposer sur un schiste argileux ou argile bleue renfermant des grès et du fer; ils représenteraient, suivant l'auteur, les assises nummulitiques du sud de l'Europe.

Nous n'avons point eu occasion d'examiner les fossiles de ce dernier gisement; mais il y a déjà près d'un demi-siècle que Deluc, comparant des Nummulites qui lui avaient été envoyées des montagnes de Labour, sur la frontière septentrionale du Bengale, non loin, par conséquent, de la localité précédente, avec celles du Véronais et des environs de Bayonne, disait : *c'est un fait bien intéressant en géologie qu'un même fossile se trouve à d'aussi grandes distances et sous des latitudes si différentes* (2). Les figures et les descriptions données par le célèbre naturaliste ne permettent pas de douter qu'il ne parlât des *Nummulina spissa* et *spira*.

Nous ferons remarquer une circonstance qui tend bien à prouver que, vers cette extrémité orientale de la formation nummulitique, telle du moins que nous la connaissons aujourd'hui (3), ainsi que sur beaucoup de points signalés au centre et à l'ouest de la zone qu'elle occupe, il y a une indépendance réelle entre ses dépôts et ceux de la craie. Dans la province de Cutch, dans le Sinde et le Béloutchistan, comme au pied de l'Himalaya, les couches inférieures aux calcaires à Nummulites n'ont présenté nulle part les caractères de la formation crétacée, et les sédiments de la période jurassique y existent, tandis que dans les parties plus méridionales de l'Inde, où la présence des couches crétacées a été bien constatée, il n'y a aucune trace de Nummulites ni d'autres fossiles propres à l'horizon

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 566.

(2) *Journ. de physique*, 1802, vol. LIV, p. 173, pl. I, fig. 8, 9, 10. La fig. 12 représente peut-être l'*Alveolina elliptica* des couches à Nummulites de la province de Cutch. — *Ib.*, vol. LVI, p. 337, 1803. — *Ib.*, vol. XLVIII, p. 225, 1799.

(3) Nous ne savons sur quels documents quelques personnes ont cité des couches nummulitiques en Chine et dans les îles de Bornéo et de Sumatra; nous ne nous arrêterons donc pas à ces assertions jusqu'à présent sans preuves.

géologique qu'elles caractérisent. Les dépôts lacustres très minces, dont nous avons parlé, et que les éruptions trappéennes ont si complétement bouleversés, en seraient peut-être les seuls représentants; mais la détermination de leur âge est, comme on l'a vu, sujette à beaucoup d'incertitude.

CHAPITRE VII.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'AFRIQUE.

§ 1. Égypte.

Si nous revenons actuellement chercher vers l'O. des traces de la formation nummulitique, nous n'en trouverons encore aucune qui ait été signalée dans la presqu'île Arabique, et le peu de données que nous possédons sur la géologie de cette partie occidentale de l'Asie ne permet pas de se prononcer sur ses limites dans cette direction. Toute cette presqu'île, en y comprenant les bassins inférieurs de l'Euphrate et du Tigre, était-elle alors au-dessus des eaux, ou bien a-t-elle été immergée, puis recouverte de dépôts plus récents, tandis que les chaînes ou les hautes terres qui la circonscrivent auraient été soulevées pour faire affleurer les roches nummulitiques que nous connaissons? C'est ce qu'il serait sans doute prématuré de vouloir résoudre actuellement.

Quoi qu'il en soit, dans la vallée du Nil, et précisément sous le parallèle des dépôts que nous venons d'étudier, à l'embouchure de l'Indus, reparaissent des calcaires à Nummulites que plusieurs voyageurs ont rapportés à la craie. Ainsi, à quelques heures au sud et à l'ouest d'Esneh, dit M. Lefèvre (1), ces calcaires se montrent au-dessus des grès secondaires, et ils forment, d'après M. Nash (2), les rives du Nil, jusqu'au Caire, où les deux chaînes Arabique et Libyque divergent l'une à l'E. vers Suez, l'autre à l'O. vers Alexandrie, laissant entre elles le Delta. A la hauteur de Thèbes, ces mêmes chaînes s'écartent également et entourent la plaine au centre de laquelle se trouvait l'ancienne capitale de l'Égypte. C'est dans les roches qui les constituent qu'ont été creusés les tombeaux des rois, les nécropoles de Thèbes et toutes celles de l'Égypte moyenne ou centrale. Beaucoup d'anciens temples, le grand sphinx et les Pyramides elles-

(1) *Bull.*, vol. X, p. 144. 1839.
(2) *Edinb. new philos. Journ.*, vol. XXII, p. 40, 1837.

mêmes, ont été construits avec ces calcaires, qui se taillent facilement et durcissent promptement à l'air sous le climat sec de ce pays.

A l'ouest, les calcaires s'élèvent en pente douce, tandis qu'à l'est ils forment des escarpements souvent abrupts que baignent les eaux du Nil. Ceux qui reposent directement sur les grès sont d'un blanc grisâtre et renferment des fossiles siliceux dans la vallée de Cosseir, puis près du Caire, beaucoup de Nummulites, et à Syout, Kéneh, Esneh, des silex arrondissans Nummulites. Mais M. Russegger qui, ainsi que nous l'avons dit (*antè*, vol. II, p. 1000), semblait disposé à réunir les couches nummulitiques à la craie, a parfaitement distingué plus tard ce que ses prédécesseurs avaient confondu, et il a séparé les assises à Nummulites de celles qui appartiennent à la craie. Ces dernières, placées dessous, règnent de Syout à Esneh, où elles recouvrent les grès de la Nubie, ou grès *crétacés inférieurs*. Ainsi le système nummulitique, désigné sous le nom de *calcaire tertiaire* et *marnes*, dans la *Carte géognostique de l'Egypte* du savant voyageur que nous venons de citer (1), ne commence qu'à Syout, occupe ensuite vers le nord les deux côtés de la vallée jusqu'à la hauteur du Caire, où il est interrompu brusquement, et s'écarte à droite et à gauche du Nil. Il forme alors deux chaînes de collines sur le prolongement l'une de l'autre, et obliques à l'axe de la vallée, celle de droite se dirigeant à l'E. vers Suez, celle de gauche à l'O.-N.-O. vers Alexandrie. La formation nummulitique s'étendrait ensuite dans tout le désert de la Libye du 27°, ou du parallèle de Syout, au 30°, et par conséquent occuperait une largeur correspondante dans la régence de Tripoli et au delà. Sur la *Carte géognostique de l'Arabie Pétrée et de la partie sud de la Syrie*, publiée en 1847, les mêmes couches sont indiquées sur la rive orientale du golfe de Suez, à partir des eaux chaudes d'Hammam, et remontent au N. pour constituer plusieurs chaînons, dont le plus étendu, placé sous le méridien de Suez, s'approche beaucoup du littoral de la Méditerranée.

La colline de Mokattam, située à l'est du Caire, et qui fait partie de la chaîne alignée vers Suez, dont on vient de parler, atteint 136 mètres d'altitude, et 114 mètres au-dessus du sol de la première de ces villes. Elle est composée de haut en bas (2) :

(1) *Reisen in Europa, Asien und Africa*, vol. II, p. 291 et suivantes, avec atlas in-f. *Carte d'Égypte*. 1842.

(2) Atlas, fig. 25. — *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. IV, p. 309. 1848.

1° Calcaire siliceux, grenu, avec fossiles.
2° Argile sableuse et ferrugineuse avec gypse et sel, de 1 mètre d'épaisseur.
3° Calcaire nummulitique supérieur, gris jaune, compacte, siliceux, de 4 à 7 mètres d'épaisseur, avec des amas de coquilles subordonnés.
4° Calcaire d'un blanc pur, terreux, de 8 mètres d'épaisseur, divisé en deux assises, l'inférieure remplie de Nummulites, la supérieure exploitée pour la construction des Pyramides, et qui n'en renferme pas.
5° Des ruines, des débris d'édifices anciens, des décombres de carrières, des calcaires compactes, terreux çà et là, avec des silex pyromaques, cornés, jaspoïdes, des cargnieules, du gypse, des bois silicifiés, etc.
6° Enfin le sable du désert entourant le pied de la colline. Au nord, et courant dans la même direction, est une bande de grès tertiaire (*antè*, vol. II, p. 998), et au sud-est se montrent les calcaires de la craie que recouvrent, à la base du Djebel-Ataka, sur le versant de Suez, les calcaires nummulitiques.

M. Russegger cite dans ceux-ci la *Neritina conoidea*, un Cône, un Spondyle voisin du *S. asperulus*, de nombreuses Nummulites, le *Conoclypus conoideus*, l'*Echinolampas subsimilis*, l'*E. ellipticus?* et une nouvelle espèce de *Schizaster* voisin du *S. lacunosus*.

Ainsi rien n'est plus simple que la disposition des dépôts secondaires et tertiaires de l'Égypte, échelonnés du S. au N., disposition que M. Newbold (1) a aussi constatée. D'après ce géologue, le calcaire marin qui occupe la plus grande partie de l'ancien royaume des Pharaons s'étend, sauf quelques interruptions occasionnées par les roches anciennes ou ignées, des côtes de la mer Rouge à travers la vallée du Nil, dans la vaste plaine de la Libye, et forme ainsi la base des deux déserts. L'inclinaison des couches est d'autant plus prononcée qu'elles sont plus voisines des roches ignées. Les bancs remplis de Nummulites (*calcaire marin supérieur*, Newbold; *calcaire tertiaire* et *marnes*, Russegger) sont également durs, compactes, à cassure cireuse, et d'un jaune fauve. Souvent ils sont très celluleux, quelquefois siliceux ou un peu magnésiens. Les bancs inférieurs (*calcaire marin inférieur*, Newb.; *craie*, Russeg.) sont ordinairement blancs, terreux, ressemblant à la craie d'Europe et enveloppant des lits et des nodules de chert

(1) *On the geology of Egypt*. Sur la géologie de l'Égypte (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 782, 1843; — *Quart. Journ. of id.*, n° 16, p. 324, 1848).

(environs de Thèbes et de Bir-Anglaise). Le jaspe et l'agate remplacent parfois les cherts, et l'on y trouve aussi des veines de sulfate de chaux cristallisé et terreux, du muriate de soude, du calcaire spathique, de l'aragonite, du quartz hyalin, de grands dépôts de stalactites ou albâtre d'Égypte, du sulfate de baryte, des minerais de plomb argentifère, du soufre cristallisé, des nodules de substance végétale charbonneuse, du pétrole et des minerais de fer. Vers la base sont des lits de marne brune ou verdâtre, exploités pour diverses industries.

Après ces détails, assez d'accord avec les observations précédentes et qui tendent à rapporter définitivement ces assises inférieures à la formation crétacée, M. Newbold rappelle que, suivant M. Ehrenberg, ces mêmes assises seraient composées d'animalcules microscopiques appartenant à la craie d'Europe; puis, sans distinguer les dépôts crétacés des dépôts nummulitiques, et sans avoir égard à leur distribution géographique, il répète tout ce que ses prédécesseurs ont dit des corps organisés trouvés dans différentes parties de l'Égypte, tels que l'Ammonite citée par M. Clot-Bey (1); les échinodermes qui auraient leurs analogues dans la *craie* de Malte où nous avons vu qu'il n'y avait que des dépôts tertiaires; puis, des polypiers, des Hippurites, des Placunes, des Vulselles, un Nautile, des crustacés, des poissons, etc., tous corps organisés dont les vrais caractères, comme le gisement, restent à déterminer.

M. C. Gaillardot (2) avait écrit en 1837, sur les environs du Caire, une note qui n'a été publiée qu'en 1845, et dans laquelle les couches nummulitiques de Mokattam sont réunies à la craie. Nous en reproduirons la coupe suivante, pour qu'elle puisse être comparée à celle de M. Russegger dont elle diffère à quelques égards. L'auteur distingue de haut en bas dans ces collines :

1° Calcaire blanc, compacte, sans fossiles, formant des blocs ou des monticules à la surface des grès.

2° Grès tantôt compactes, tantôt sablonneux, en bancs séparés par des lits de marnes jaunâtres; les fossiles ne s'observent qu'à la partie supérieure.

3° Marnes vertes, grisâtres, peu solides, avec des bancs de gypse fibreux et de grandes Huîtres vers le haut.

---

(1) *Aperçu général de l'Égypte*, vol. I, p. 144.

(2) *Coup d'œil sur les calcaires crétacés des environs du Caire* (*Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. V, p. 703, 1845, avec coupes).

4° Calcaire gris, marneux, en bancs alternant avec des lits de marnes verdâtres; des moules et des empreintes de coquilles, de petites Nummulites et de grandes Huîtres y sont assez répandus.

5° Calcaire blanc, marneux, alternant avec des marnes jaunâtres, et renfermant des rognons de baryte carbonatée, fibreuse. M. Gaillardot y cite une grande quantité de *très petites Ammonites*, qui ne sont sans doute, comme nous l'avons dit (*antè*, p. 189), que des foraminifères (1).

6° Calcaires à Nummulites, divisés en deux assises par des lits de marne blanche. La roche est la même dans l'une et dans l'autre; c'est un calcaire compacte, assez dur, blanc vers le bas, friable, sablonneux et jaunâtre vers le haut. Les fossiles y sont mal conservés, et, par places, constituent exclusivement la roche. Les détails donnés par l'auteur permettent de reconnaître, parmi les corps organisés les plus abondants, des Orbitolites assez grandes, des Nummulites fort nombreuses vers le bas et souvent très petites, des échinodermes, dont une baguette appartiendrait au *Cidaris serrata*, quelques débris de poissons, deux annélides, un Nautile, des Turritelles, des Peignes, etc.

M. Gaillardot, en comparant cette coupe à celle qu'il a observée en Syrie, trouve que les n°s 2 et 3 représentent les marnes vertes et les grès ferrugineux, qui dans la Syrie séparent le calcaire inférieur du supérieur. Ce dernier serait tout à fait rudimentaire en Égypte, où les calcaires blanc jaunâtre du n° 1 en sont l'équivalent. Il n'y a de fossiles ni dans l'un ni dans l'autre pays. Le *calcaire libanien inférieur* de l'auteur, caractérisé par les Nummulites, est celui qui constitue les collines des bords du Nil, et la base de celle de Mokattam vient de nous en présenter un développement assez complet. Les objections que nous avons faites à la manière de voir de M. Gaillardot pour le centre et le sud de la Syrie n'en subsistent pas moins après ces rapprochements, quelque fondés qu'ils puissent être.

Dans leur *Journal d'un voyage à Gebel-Zeyt et dans le désert compris entre le Nil et la mer Rouge* (2), MM. A. Figari et

(1) On voit en effet au musée égyptien de Paris, sous le n° 67, A, une statuette de *Siti*, *basilicogrammate*, etc., qui paraît avoir été faite avec ce calcaire; deux cassures, l'une en haut et l'autre en bas du *naos* d'Osiris que ce personnage tient devant lui, ont mis à découvert deux coquilles se détachant en brun sur le fond de la roche, et qui, bien que rappelant en miniature l'aspect de certaines Ammonites de la famille des *arietes*, semblent n'être autre chose que la *Nummulina spira* var. *d*.

(2) *Bull. de la Soc. de géographie*, 3e sér., vol. IV, p. 353. — *Ibid.*, vol. V, p. 32. 1846. — *Ibid.*, vol. VI, p. 141 et 250.

[illegible] des [illegible] que des [illegible] [illegible] Cependant, [illegible] de M. Russegger, [illegible] dans un ordre géologique naturel.

En face de Béniçouef, les collines qui [illegible] de la chaîne de Mokattam [illegible] des [illegible] au sud-est, en se dirigeant vers l'Ouadi-Sannour, les collines sont formées de calcaires de 60 à 100 mètres d'épaisseur, [illegible] à d'autres collines d'argile marneuse, avec de [illegible] de chaux et de sel gemme; au-dessus sont des calcaires [illegible] coquilliers, caverneux, recouverts de jaspes et de grès argileux. Le mamelon où se trouvent des carrières d'albâtre, élevé de 200 à 250 mètres au-dessus de la vallée de Sannour, est éloigné du Nil de douze heures de marche. Sa base est composée de bancs d'albâtre qui atteignent le premier tiers inférieur de la montagne; les deux autres tiers sont formés de calcaires tertiaires caverneux avec des moules de coquilles.

En se dirigeant au N.-E., dans la partie supérieure de l'Ouadi-Sannour, on traverse des collines de calcaire tertiaire reposant sur des argiles marneuses, et plus loin on atteint des calcaires [illegible] blanc jaunâtre, formant d'immenses assises que les auteurs rapportent, sans motif bien concluant, à la formation jurassique, et qui sont surmontées de grès calcaires, coquilliers, tertiaires. A cinq heures de marche des eaux de Ghemri sont d'autres collines calcaires avec des bancs de marbre blanc rosé, compacte, taillés à pic, de 10 à 20 mètres de haut. Le sommet de ces [illegible] est un vaste plateau, et le calcaire tertiaire superposé au marbre est [illegible], dur, à cassure conchoïde, et renferme beaucoup de grandes Nummulites. Plus au S.-E., le marbre repose à son tour sur un grès calcaire à petites Nummulites.

La base du mont Kolali, situé sur le versant oriental du [illegible] Rouge, offre une grande quantité d'Huîtres dans des éminences d'argile et de craie. Cette montagne, ou petite chaîne [illegible] du S.-O. au N.-N.-E., est formée de calcaire tertiaire et un peu incliné au N.-O. Le pied de la montagne appartient à la craie dans laquelle on paraît avoir rencontré des Ammonites, et tout le côté est formé par des assises d'une épaisseur totale d'environ 230 mètres, de grès et de divers calcaires compactes, marneux,

[illegible] de la montagne. Sur la carte de M. Russegger, [illegible] appartenant à la craie; mais [illegible] prolonger la chaîne du Gebel-Kelali [illegible] que MM. Figari et Husson.

Cette chaîne borde à l'O. la vallée sinueuse de l'Ouadi-Arabah, [illegible] du Gelaleh-Gebliéh, qui, près de la mer Rouge, prend le nom de Gelaleh-Bahâryeh, la borde à l'E. Les couches qu'on observe sur les flancs de la vallée sont généralement horizontales et profondément découpées par des ravins. Les plus basses constituent un marbre blanc cendré, au-dessus duquel viennent des schistes argileux peu épais, cendrés, passant au rouge, de nouvelles couches de marbre blanc veiné de rose et de vert, un banc épais de [illegible] coquillier, une roche grenue, rouge, passant au blanc sale, et formant le plateau supérieur, enfin un calcaire peu compacte avec de petites Nummulites.

Au sud de l'Arabah, le long de la mer, la carte de M. Russegger indique encore un lambeau de roches à Nummulites, depuis Zafarina jusqu'à Deier-Bolas, et de leur côté MM. Figari et Husson, en continuant à suivre les grandes assises de marbre dans la chaîne du Gelaleh, n'y ont rencontré que peu de fossiles et des Nummulites seulement dans les grès calcaires très compactes.

Outre les corps organisés fossiles que nous avons déjà mentionnés dans les couches nummulitiques des collines de Mokattam, M. Murchison signale, d'après les échantillons qu'il a observés dans le musée de Turin, la *Bulla Fortisii*, la *Turritella vittata*, la *T. imbricataria*, le *Rostellaria fissurella* et la *Neritina conoidea*. Parmi les fossiles des mêmes assises, tous à l'état de moules, que possède l'École des mines de Paris et dont nous devons la communication à l'obligeance de M. Boyle, nous avons pu distinguer 2 Lucines, 1 Buccarde, 1 Cythérée voisine de la *C.* [illegible], 1 Vénus, 1 Spondyle, 1 Vulselle? 1 Anomie voisine de l'*A.* [illegible], 1 Huître plissée, 1 Bulle, 1 Rostellaire, peut-être le *R. fissurella*, 1 Cassidaire, 1 *Cypræa*, 1 Natice très voisine d'une espèce de [illegible] et 1 Porite, peut-être le *P. elegans*?

M. H. v. Meyer (1) a décrit le *Cancer Paulino-*[illegible] provenant des couches des environs du Caire et dont la forme [illegible]

(1) *Beiträge zur* [illegible] *der Vorwelt*, etc., 1837, pl. [illegible], fig. [illegible]

nérale, quoique beaucoup plus transverse, rappelle celle des Crabes du Vicentin et des environs de Dax. Enfin, les Nummulites rapportées par M. Lefèvre de la rive orientale du golfe de Suez et des environs du Caire, et que M. Valenciennes a bien voulu nous mettre à même d'étudier, sont : la grande espèce des Pyramides, désignée par M. Schafhäutl sous le nom de *N. nummiformis*, puis les *N. Ramondi*, *scabra*, *discorbina* et *depressa* (1).

§ 2. Algérie.

Malgré les observations récentes assez nombreuses dont cette partie du nord de l'Afrique a été l'objet, les caractères, les rapports et l'extension de la formation nummulitique y sont bien moins connus qu'en Égypte. Peut-être sur cette ancienne limite méridionale perd-elle de son importance en traversant les régences de Tripoli et de Tunis, sur lesquelles nous possédons encore si peu de données géologiques exactes ?

Puillon Boblaye (2) signala en 1839, dans la province de Constantine un système de calcaire où se trouvaient à la fois des rudistes et des Nummulites, mélange qui n'a pas été constaté depuis et que nous regardons comme peu probable, d'après tous les renseignements dont nous avons cherché à nous entourer. Suivant M. Renou (3) les roches à Nummulites seraient très répandues dans toute l'Algérie et composées exclusivement de calcaires compactes

(1) Les sarcophages taillés en boîte de momies qui sont au musée égyptien de Paris offrent quelque intérêt sous ce rapport. Le n° 11 D, de l'hiérogrammate Outahor, est en calcaire gris, compacte, coquillier, avec Nummulites (*N. Ramondi? Orbitolites submedia?*) : il a l'aspect des belles variétés de calcaire lacustre de Château-Landon. Le n° 12 D, du prêtre Imhotep, est aussi en calcaire gris, compacte, coquillier avec des Nummulites ; le n° 6 D est en calcaire blanc très compacte avec de grandes Nummulites qui se fondent dans la roche, et le n° 5 D est en calcaire grossier entièrement composé de *Nummulina spissa*, *depressa* et *Ramondi ?*

Les statues n°s 36, 37 et 38 A, qui, par leur ancienneté, sont les morceaux les plus curieux du musée, car elles rappellent le style des bas-reliefs des tombeaux de Memphis et semblent remonter aux premières dynasties, sont en calcaire grossier, assez tendre, blanc-jaunâtre, rempli de petits polypiers, de coquilles, et peut-être d'Operculines, mais nous n'y avons pas observé de Nummulites.

(2) *Bull.*, vol. X, p. 88. 1839.

(3) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 523.

gris ou blancs; elles formeraient une grande partie du massif compliqué des montagnes comprises entre Bône, Constantine et Philippeville, puis au Bouzegza, à 40 kilomètres au sud-ouest d'Alger, entre Oran et Tlemcen.

Dans son ouvrage sur la *Géologie de l'Algérie* (1), le même ingénieur mentionne, à l'est du camp de Toumiàt, sur la route de Constantine à Philippeville, deux cônes élevés de 890 mètres au-dessus de la mer et composés principalement de calcaires gris, compactes, à grain très fin, avec des Nummulites dont il n'indique pas l'espèce; mais M. Bayle nous a montré des échantillons rapportés par M. H. Fournel, probablement de cette même localité (Toumietz au camp d'Al-Arouche), et dans lesquels nous avons reconnu la *Nummulina spissa* et où se trouvent probablement aussi les *N. biarritzana* et *complanata?*

Malgré l'extension de ces calcaires en Algérie, M. Renou dit (p. 126) qu'il n'a pu constater nulle part leur position par rapport aux couches crétacées sous-jacentes avec lesquelles elles semblent se lier. Les assises qu'il nomme *grès crétacés supérieurs* de la province de Tunis, et qui atteignent 1600 mètres d'altitude au Margrû, seraient peut-être d'un âge peu différent? Mais ici encore aucune relation stratigraphique n'a été établie. Ces grès se prolongent jusqu'à l'est de la Mitidja, suivant Boblaye, et ils cessent au delà dans cette direction. Ils renferment des couches d'argile plastique, quelques poudingues, et recouvrent presque partout les marnes et les calcaires gris, crétacés, ainsi que les roches beaucoup plus anciennes de Bône et de Philippeville; aussi, ne serions-nous pas éloigné d'y voir un véritable représentant du macigno de l'Italie, du flysch des Alpes, du grès de Vienne, etc, supposition qui sera démontrée le jour où l'on aura constaté l'existence des roches à Nummulites entre ces grès et les véritables couches crétacées, et que justifierait peut-être par avance ce que nous allons trouver plus à l'ouest.

§ 3. Maroc.

M. Coquand (2), à qui l'on doit des recherches intéressantes sur un

(1) In-4, avec cartes et coupes. Paris. 1848.

(2) *Description géognostique de la partie septentrionale de l'empire du Maroc* (*Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1228, 1847. — *Compt. rend.*, vol. XXIV, p. 867, 1847).

pays encore bien peu connu, le littoral nord de l'empire de Maroc, ne croit pas possible de séparer, du moins géognostiquement, le calcaire à *Caprotina ammonia* des couches à Nummulites qui les couronnent, particulièrement dans les montagnes de Djaritz et dans la vallée de Cuitan. Les calcaires sont grisâtres et compactes, comme ceux du groupe néocomien; ils renferment des grains de quartz roulés; les Nummulites y sont abondantes et ressemblent, suivant l'auteur, à celles que L. Pilla aurait trouvées, en Calabre, associées à des Hippurites. Mais, d'après les échantillons que M. Bayle a bien voulu nous communiquer, ce sont les *Nummulina Ramondi* et *biaritzana* avec l'*Alveolina subpyrenaica* et des Operculines voisines de celles des Corbières, c'est-à-dire les fossiles précisément les plus caractéristiques de l'horizon dont nous nous occupons et avec lesquels aucune trace de rudistes n'a été trouvée. On a vu que le prétendu mélange signalé en Turquie et invoqué encore ici comme il l'avait été par M. Sismonda, n'existait pas; à la vérité M. Coquand ne dit point que ce mélange ait lieu dans le Maroc, mais il le rappelle pour étayer son opinion, et nous avons dû la contester de nouveau.

La route de Tanger à Tétuan, coupant la chaîne principale sous un angle assez ouvert, permet d'étudier la composition et les relations des grès et calcaires à Fucoïdes de ce pays. L'escarpement de la côte, qui s'étend de la pointe avancée appelée Ras-Chbertil jusqu'au-dessous des fortifications de Tanger, montre une série de grès micacés, grisâtres et fissiles, de schistes noirs, de grès en bancs solides, de schistes marneux bleuâtres avec des empreintes de Fucoïdes, de grès micacés, de schistes rougeâtres, de macigno, enfin, de nouveaux schistes rougeâtres et verdâtres assez puissants, le tout dirigé E. 22° S. à O. 22° N., et se prolongeant à l'ouest de Tanger jusqu'à Larache et au delà. Au-dessus de Tanger, sur l'emplacement du Socco ou grand marché, on voit les assises de grès disposées en gradins alterner avec des bancs d'argile. De Tanger à Fundock, on rencontre un système fort étendu de montagnes et de collines à contours arrondis, et composées en général d'argile grisâtre, alternant parfois avec quelques bancs calcaires. L'inclinaison varie de 55° à 70°, et présente de brusques inflexions. Près du Fundock, les argiles sont surmontées de couches épaisses de calcaire albérèse, bien stratifiées, alternant avec des marnes grises, et au-dessus des calcaires vient une assise plus puissante encore de macigno, semblable à celui des vallées supérieures des Apennins.

Cet étage à Fucoïdes s'appuie contre les roches jurassiques de

Sempsa, en longeant la pente méridionale du petit Atlas, et présente de bonnes coupes sur les bords de la Bousfika, où l'on voit alterner, comme à Tanger, les argiles, les calcaires et les grès. On y trouve des débris de crinoïdes, des Alvéolines, des Milliolites, des Orbitolites, etc. Il forme la masse de la région élevée qui, s'étendant jusqu'au grand Atlas, occupe l'intervalle qui le sépare du petit Atlas, et son prolongement, comme dans l'Algérie, fait supposer à M. Coquand qu'il recouvre à lui seul les quatre cinquièmes de la partie montagneuse du nord de l'Afrique que l'on a parcourue jusqu'à présent. Pour lui, comme pour nous, cet ensemble de roches représenterait exactement le macigno de l'Italie; seulement dans la Toscane et dans les Apennins il n'y a point cette grande épaisseur d'argile que l'on observe dans le Maroc et en Algérie, tandis que les grès semblent y être développés aux dépens des argiles. Quant à la puissance totale de l'étage, elle est à peu près la même dans les deux pays. La direction des couches est E. 22° S. à O. 22° N., direction assez générale et qui est aussi celle du soulèvement des Pyrénées.

Ce que nous avons dit de la manière de voir de Pilla, de la présence des Fucoïdes, de certains moules de coquilles céphalopodes indéterminés et peut-être indéterminables, de la vraie position du flysch, des schistes et calcaires à Fucoïdes, de l'albérèse et du macigno, tant au pied des Pyrénées, que dans les Alpes et les Apennins, nous dispense de discuter ici quelques autres rapprochements proposés par M. Coquand, et qui nous paraissent beaucoup plus contestables; aussi nous bornerons-nous à rappeler que le macigno et l'albérèse sont au-dessus du grand horizon des Nummulites dont il n'existe, à proprement parler, qu'un seul, et non pas cinq, comme le pense l'auteur; qu'à plus forte raison il n'y a pas, du moins quant à présent, de Nummulites associées avec des Hippurites, et que, relativement à la discordance observée dans le Maroc, entre les calcaires à Nummulites et les grès à Fucoïdes, c'est un fait local comme celui des Corbières, et qui ne peut encore infirmer la généralité des résultats opposés au parallélisme que l'on essayerait d'établir entre le flysch et la craie supérieure de Maëstricht.

RÉSUMÉ DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Le lecteur impartial qui a suivi avec quelque attention la description, bien longue sans doute, mais indispensable, de tous les faits observés directement et qui se rapportent à la formation nummulitique, a dû être frappé de la simplicité, de la constance et en quelque sorte de l'*individualité* de ses caractères dans toute son étendue. Sa base, sur 98° de longitude, est toujours marquée par un genre de coquilles répandues partout à profusion, qui apparaît pour la première fois et cesse presque aussitôt après, dont la plupart des espèces persistent sur de vastes surfaces et quelques unes même d'un bout à l'autre de la zone. Il y a bien peu de terrains ou de formations qui présentent un signe aussi certain de l'uniformité des circonstances extérieures à un moment donné, et jamais le mot *horizon* n'a été plus heureusement employé que pour l'*ère des Nummulites*, que pour ce court espace de temps qui vit naître, se développer et presque disparaître tout à fait ce genre encore si énigmatique (1), associé à un grand nombre d'autres corps organisés qui ont leurs identiques dans les dépôts tertiaires et sans mélange d'aucun des types secondaires.

La partie supérieure de ce même ensemble de couches est au contraire presque constamment dépourvue de corps organisés animaux, et nous la suivons, représentée par des grès, des conglomérats, des calcaires impurs, des argiles et des marnes avec gypse, à travers l'Europe et l'Asie pour la retrouver encore dans le nord de l'Afrique. S'il était permis de comparer les grands faits aux petits, ne pourrait-on pas voir dans cette immense étendue de sédiments dépourvus de fossiles animaux marins l'équivalent, dans le temps, du groupe du calcaire lacustre moyen du bassin de la Seine? Ne pourrait-

(1) Avant l'ère des Nummulites, nous ne connaissons qu'un corps qui ait quelque analogie avec ces coquilles, c'est celui qu'a décrit et figuré M. Rouillier et qui provenait du calcaire carbonifère des environs de Moscou; sa dissymétrie très prononcée l'éloigne d'ailleurs des vraies Nummulites. Après cette même période on voit trois petites espèces signalées par M. Michelotti dans les couches tertiaires moyennes de Superga; ces espèces rares ont des caractères assez douteux; puis la *Nummulina lenticula*, Defr., fréquente dans la formation tertiaire supérieure des environs de Pise, de Sienne, etc., et l'*Amphistigma* des calcaires de Neusdorf près de Vienne. L'assertion de Nummulites vivantes, qui a été contestée, reste encore à justifier.

on pas supposer que, pendant la seconde moitié de la période tertiaire inférieure, cette portion du globe s'est trouvée partout dans des conditions physiques différentes de celles qui l'avaient précédée comme de celles qui l'ont suivie ; pendant ces dernières, la mer, occupant une partie de son ancien domaine, déposa les sédiments, essentiellement marins, des formations moyenne et supérieure ?

Si l'on ajoute aux caractères importants que nous venons de rappeler la continuité des dépôts, depuis les côtes occidentales de l'Europe jusqu'aux frontières de la Chine, continuité telle qu'aucun autre terme de la série ne nous en offre un exemple plus complet, puis leur disposition évidemment transgressive par rapport aux derniers sédiments secondaires envisagés dans leur généralité; enfin l'absence sur cette surface *asiatico-méditerranéenne* d'autres strates que l'on puisse rapporter au terrain tertiaire inférieur du nord-ouest de l'Europe, on aura l'expression la plus simple, le résultat le plus concis de ce qui est acquis à la géologie sur l'histoire de la période nummulitique.

Mais la science ne se borne pas à enregistrer les faits, à les coordonner et à les grouper à un point de vue isolé et en quelque sorte matériel : elle doit encore rechercher les lois dont ils sont plus particulièrement l'expression à nos regards, et la connaissance de ces lois conduit à ce que l'on appelle une théorie. Or il est peu de parties des connaissances humaines où les théories aient joué un plus grand rôle que dans la géologie, et, dans cette science, les couches nummulitiques sont un des sujets qui ont le plus exercé notre propension à généraliser. Nous sommes loin de vouloir nous soustraire à l'obligation de rendre compte de cette partie spéculative et si importante de notre sujet, mais comme l'une des principales théories que nous avons à analyser repose sur un mode de considérations que nous n'avons pas abordé jusqu'ici, parce qu'il n'est pas possible d'en traiter isolément, à chaque formation ou à chaque terrain, et cela à cause de l'enchaînement nécessaire et de la solidarité qui existent entre les diverses parties de ce que l'on a appelé la *théorie des soulèvements*, nous traiterons de la formation nummulitique sous ce point de vue particulier, lorsqu'après avoir parcouru toute la série des dépôts sédimentaires nous pourrons suivre le célèbre géologue qui a donné tant d'éclat à ce genre de recherches, en remontant la succession des âges de la terre, depuis les premiers ridements de son écorce solide jusqu'aux dernières manifestations des effets mécaniques de ses forces in-

terres. D'ailleurs M. Élie de Beaumont ayant repris récemment ce vaste sujet, et y ayant appliqué, avec cette profondeur de vue qui le caractérise, tout ce que la science a acquis depuis ses premières publications, nous ne pourrions, sans nous égarer, chercher à apprécier ce grand travail qui n'est encore qu'en partie publié au moment où nous écrivons. Par les mêmes motifs, nous rechercherons plus tard jusqu'à quel point l'état actuel des connaissances météorologiques permet de penser, avec M. Boué, que les courbes isothermes sont encore à très peu près ce qu'elles étaient pendant l'ère des Nummulites et même auparavant.

Nous nous sommes donc borné, dans ce qui précède, à rapporter et à coordonner les faits particuliers, relatifs à des espaces plus ou moins considérables, et à discuter les opinions qu'ils avaient suggérées. Ces dernières ont envisagé la formation nummulitique, quant à la place qu'elle doit occuper dans la série géologique, sous cinq points de vue différents, qui sont, en allant du moins probable à celui qui nous semble réunir le plus de preuves en sa faveur : 1° qu'elle constitue un *terrain particulier, indépendant, placé à la partie supérieure du terrain secondaire* proprement dit ; 2° qu'elle représente la partie supérieure de la formation crétacée et quelquefois même la partie inférieure; 3° qu'elle est un passage du terrain secondaire au terrain tertiaire; 4° qu'elle est l'équivalent d'une portion (la plus ancienne) de la formation tertiaire inférieure ; 5° qu'elle est synchronique de la totalité de cette dernière, telle qu'elle existe dans les bassins du nord-ouest de l'Europe.

Nous avons assez souvent parlé des caractères stratigraphiques et minéralogiques pour n'y plus revenir; aussi terminerons-nous par les considérations paléontologiques qui ressortent du Tableau général ci-après et qui n'en sont, à proprement parler, que le résumé expliqué et commenté. Mais, auparavant, et pour donner une idée aussi complète que possible de l'organisme de cette période, nous reproduirons les considérations pleines d'intérêt que vient de publier M. Ad. Brongniart sur la flore de ce qu'il appelle l'*Époque fucoïdienne* et qui ne comprend que la seconde division ou division supérieure de la formation nummulitique; ainsi l'ère des Fucoïdes a suivi l'ère des Nummulites.

Flore nummulitique. « Cette époque, dit le savant professeur (1), qui me semble former » la limite la plus naturelle entre la période crétacée et la période ter-

(1) *Dictionnaire universel d'hist. natur.*, vol. XIII, p. 161. 1849.

» tinise, est en effet caractérisée par ces dépôts si riches en Algues » d'une forme très spéciale, qu'on a appelés les grès ou macignes à » Fucoïdes, ou le flysch de la Suisse, formation très répandue, » surtout dans l'Europe méridionale, depuis les Pyrénées jusqu'aux » environs de Vienne, et même jusqu'en Crimée.

» Jusqu'à présent on n'a jamais trouvé de plantes terrestres mê- » lées à ces plantes marines. Je ne crois même pas qu'on y ait ren- » contré de bois fossiles.

» Presque toutes ces Algues paraissent appartenir à un même » groupe, au genre *Chondrites*, et, quoique les espèces soient assez » nombreuses, elles passent les unes aux autres par des nuances » presque insensibles. Les Algues des environs de Vienne, placées » dans le genre *Munsteria*, sont très mal caractérisées et ne sont » peut-être pas congénères avec celles du calcaire jurassique de » Solenhofen; mais elles me paraissent avoir été trouvées dans le » même terrain, désigné sous le nom de schiste calcaire gris, du » grès de Vienne, que les *Chondrites* de la même contrée.

FLORE DES GRÈS A FUCOÏDES.

ALGUES.

Chondrites intricatus, Brong.
— *æqualis*, id.
— *difformis*, id.
— *Targionii*, id.
— *furcatus*, id.
— *recurvus*, id.
— *Hoepii*, id.

Chondrites affinis, Sternb. (*sphærococcites*).
— *inclinatus*, id. (*sphærococcites*).
Munsteria Hœssii, id.
— *flagellaris*, id.
— *geniculata*, id.

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette série d'espèces, » c'est qu'elles n'ont rien de commun, ni avec les Algues de l'épo- » que sous-crétacée, ni avec celles de l'époque éocène, et surtout » de Monte-Bolca, dont cette flore serait presque contemporaine, » d'après beaucoup de géologues; c'est enfin l'identité de toutes ces » espèces d'Algues dans toutes les localités et à de grandes distances, » localités si nombreuses, pour la plupart de ces espèces, que je n'ai » pas pu les citer.

» Le *Chondrites Targionii*, ou peut-être une espèce distincte, » mais très voisine, s'est seul présenté dans une autre formation, » dans le *green-sand* et le gault de l'île de Wight, en Angleterre, d'a- » près M. Fitton, et dans cette même formation dans le département » de l'Oise, d'après M. Graves.

» M. Kurr a aussi décrit et figuré, sous le nom de *Chondrites* » *Bollensis*, un fucus du lias dont les formes très variées sont » presque identiques avec les *Chondrites Targionii*, *æqualis* et » *difformis*. »

Ne perdons pas de vue que la faune dont nous allons parler a précédé immédiatement cette flore, et qu'il y a une concordance générale entre les dépôts qui les renferment.

Faune nummulitique.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur la manière dont les diverses formations de la série géologique sont parvenues à constituer en quelque sorte des unités zoologiques, on voit que, depuis la faune silurienne jusqu'à la faune quaternaire, ce résultat n'a été obtenu que lorsqu'on a présenté un ensemble de corps organisés, d'abord assez considérable, et ensuite différent de celui qui l'a précédé dans le temps, comme de celui qui l'a suivi. Or, si la formation nummulitique a été, même sous ce rapport, l'objet de tant d'incertitudes, cela tenait uniquement à ce que l'on ne considérait que des faits isolés. Aucun tableau de son organisation, envisagée d'un bout à l'autre de la zone qu'elle occupe, n'avait encore été esquissé; et, par suite, son individualité zoologique pouvait être contestée et ses vrais rapports méconnus. Aussi avons-nous essayé de combler cette lacune, en réunissant tous les éléments parvenus à notre connaissance.

A l'exception des poissons, nous avons eu sous les yeux la très grande partie des matériaux dont se compose notre liste, et nous en avons indiqué les sources dans ce qui précède (1). Ce tableau

---

(1) Depuis la rédaction de cette première partie, nous avons eu, pour la confection de notre liste, de nouvelles obligations à plusieurs savants que nous prions d'agréer ici le témoignage de notre profonde gratitude. Ainsi, M. Milne Edwards a examiné les échantillons que nous lui avions soumis, et, en y joignant ceux de la collection du Muséum, dont le gisement ne laissait aucun doute, il a bien voulu dresser la liste entière des crustacés de la formation. M. Valenciennes a déterminé plusieurs espèces de poissons. M. J. Haime a complétement revu la liste des polypiers (zoanthaires), et l'a mise en rapport avec la nouvelle classification proposée par M Milne Edwards et par lui. M. L. Bellardi avait envoyé pour ce travail un grand nombre d'échantillons des environs de Nice. Pour les Nummulites et les Orbitolites, M. A. Favre nous avait communiqué une collection très complète des Alpes suisses, qui nous a permis d'apprécier les caractères de certaines espèces signalées comme nouvelles, et, de son côté, M. L. Bellardi, en nous adressant toutes les Orbitolites et les Nummulites du comté de Nice,

comprend, non seulement les fossiles qui ont été publiés jusqu'à présent, mais encore beaucoup d'espèces qui seront décrites et figurées prochainement, soit par nos confrères, soit par nous-même. Le genre Nummulite, qui devait plus particulièrement fixer notre attention, a été l'objet d'une révision assez complète pour faciliter l'exécution d'une monographie que nous publierons ultérieurement.

Nous n'avons point réservé de colonnes particulières pour le petit nombre des espèces communes aux formations tertiaires moyenne et supérieure, ni pour le nombre infiniment plus restreint encore de celles qui peuvent appartenir aussi à la craie; les indications de la colonne des localités y suppléeront aisément. Nous avons mentionné des espèces qui n'ont pas encore reçu de nom, quoique déjà suffisamment étudiées pour qu'on soit assuré qu'elles ne font pas double emploi avec les espèces décrites ou simplement nommées; en n'en tenant pas compte, nous eussions donné une fausse idée de la quantité des espèces déjà observées dans chaque genre. Nous les avons, de plus, fait suivre d'un nom d'auteur, pour que leur existence même eût un caractère d'authenticité toujours indispensable. Nous n'avions pas d'ailleurs seulement pour but de présenter un tableau zoologique de la faune nummulitique, mais encore de faire connaître la distribution géographique de chaque espèce, avec le plus d'exactitude possible.

La *récapitulation du Tableau de la faune nummulitique* (*posteà*, p. 304 *g*) fait voir que cette faune se compose actuellement de 1677 espèces d'animaux, réparties dans 338 genres, depuis les polypiers jusqu'aux oiseaux. Sur ce nombre, 920 sont jusqu'à présent *propres* à la zone asiatico-méditerranéenne, 61 sont regardées comme *douteuses* à divers titres, 374 restent encore *indéterminées*,

---

a complété ce qui nous manquait de cette partie des Alpes. Les échantillons rapportés de l'île de Candie par M. V. Raulin nous ont fourni de précieux jalons pour suivre le développement de certaines espèces, depuis l'ouest de l'Europe jusqu'au centre de l'Asie. MM. L. Rousseau et Hupé, le premier pour les Échinodermes, et le second pour les Nummulites, nous ont rendu un véritable service en nous guidant au milieu des richesses du Muséum d'histoire naturelle, et en nous éclairant de leurs avis. Enfin, M. Noulet, professeur à l'École de médecine de Toulouse, nous a envoyé la liste des coquilles des calcaires lacustres de Conques et de Montolieu, en nous indiquant des relations importantes que nous mentionnons ci-après.

270 se retrouvent dans la *formation tertiaire inférieure* du nord de la France, de l'Angleterre, de la Belgique et du nord de l'Allemagne, et 57 dans les *formations tertiaires moyenne* et *supérieure*. En tout, 328 sont *communes au terrain tertiaire*, tel que nous l'avons considéré dans le volume précédent; 5 espèces paraissent avoir leurs analogues dans la *craie*, et 14 autres y sont plus ou moins *douteuses*, soit sous le rapport de leur identité, soit sous celui de leur gisement.

Comme la distribution des fossiles dans les différents étages du bassin de la Seine est beaucoup plus nettement tranchée, et plus régulière que dans les bassins contemporains environnants, nous avons pensé qu'il y aurait quelque intérêt à rechercher la répartition des espèces communes dans les cinq principaux horizons zoologiques qu'on y observe, et nous avons obtenu les chiffres suivants :

21 espèces se trouvent dans les *sables du Beauvoisis*, qui représentent la faune tertiaire marine la plus ancienne, 79 dans les *lits coquilliers* des sables inférieurs du Soissonnais, 160 dans le *calcaire grossier*, 46 dans les *sables moyens*, 8 dans les *marnes marines* et les *sables supérieurs*. Ainsi, la proportion des espèces communes s'accroît de bas en haut, jusqu'au calcaire grossier, où elle atteint son maximum, pour décroître jusqu'aux grès supérieurs, dont nous comprenons aussi les espèces dans la formation moyenne.

Sans doute on peut attribuer ce maximum d'analogies dans le calcaire grossier à ce que le nombre des espèces de ce groupe est de près du double plus considérable que dans les autres, mais il y a un autre motif pour penser qu'en y réunissant les lits coquilliers des sables inférieurs et les sables moyens, il représente assez exactement les dépôts marins fossilifères de la grande zone méridionale : c'est que les espèces de Nummulites, qui toutes sont aussi répandues dans le sud, ne se montrent ni au-dessous ni au-dessus du groupe ainsi constitué ; de sorte que ce vaste horizon des Nummulites, que nous avons suivi à travers l'Asie jusqu'aux plages de l'Atlantique, prolongé dans le nord-ouest de l'Europe, viendrait passer *au-dessus* de l'étage des lignites, lequel est antérieur à l'ère des foraminifères dont nous parlons. Ainsi la distribution des espèces de ce genre si important, considérées isolément, s'accorde avec celle de toutes les espèces communes, prises dans leur ensemble (1).

(1) Un fait important, dont nous devons la connaissance à M. Nollet, c'est que sur 7 espèces de coquilles provenant des calcaires

Quelles que soient les erreurs de détermination spécifique qui ont pu être commises dans le tableau ci-après, et quelque large que soit la part qu'on leur fasse, la somme des analogies ou des identités est telle, que les résultats généraux et les conséquences qu'on en peut déduire n'en seront pas sensiblement affectés. Ces chiffres en eux-mêmes ne sont que très relatifs; ils ne sont que l'expression de l'état incessamment variable de nos connaissances; néanmoins, tels qu'ils sont, ils semblent déjà permettre une conséquence absolue, savoir : la similitude frappante de cette faune avec celle de la formation tertiaire inférieure du nord-ouest, et sa différence presque totale avec la faune secondaire la moins ancienne.

Si l'on fait abstraction des *espèces douteuses* et des *espèces indéterminées*, on trouve que le rapport de la totalité des *espèces communes* au terrain tertiaire avec les *espèces propres* à la zone nummulitique est de 25 p. 100, ou du quart. Ce rapport pour chaque classe est comme il suit : polypiers $\frac{1}{5}$ ou 20 p. 100; foraminifères $\frac{1}{7}$ ou 14 p. 100; échinodermes $\frac{1}{20}$ ou 5 p. 100; mollusques dimyaires environ $\frac{2}{5}$ ou 40 p. 100; monomyaires $\frac{1}{3}$ ou 33 p. 100; gastéropodes $\frac{2}{5}$ ou 40 p. 100; céphalopodes $\frac{6}{8}$ (1). Les crustacés offrent dans toute la zone nummulitique des caractères généraux qui les rapprochent singulièrement de plusieurs espèces de l'argile de Londres, mais sans qu'aucune identité bien positive ait encore pu être constatée. La liste des poissons est en grande partie formée par ceux des schistes de Glaris et du Mont-Bolca, qui nous représentent des faunes ichthyologiques locales de cette période. Les 6 espèces communes à la formation tertiaire inférieure, comme les 5 de la formation moyenne, sont très répan-

---

lacustres inférieurs aux Nummulites de Conques et de Montolieu (Aude), et qu'il a comparées avec le plus grand soin, 4 sont identiques avec des espèces très répandues dans le groupe des lignites du bassin d'Aix. Aussi M. Noulet n'hésite-t-il pas à regarder les deux dépôts d'eau douce comme parallèles et antérieurs par conséquent à l'ère des Nummulites. Les dépôts lacustres de Rilly et autres localités de la partie orientale du bassin de la Seine se trouvent aussi dans la même position, de sorte qu'on a la certitude que dans le midi, comme dans le nord de la France, des lacs exclusivement d'eau douce, plus ou moins étendus, ont succédé aux derniers sédiments crétacés, et précédé les premiers dépôts tertiaires marins.

(1) Le nombre des espèces crétacées est trop insignifiant, et l'identité ou le gisement de plusieurs d'entre elles est trop douteux pour qu'il soit nécessaire de nous en occuper ici.

dues. Aucune espèce secondaire n'a pu être reconnue, et beaucoup de genres sont exclusivement tertiaires ou modernes (1).

Si au lieu de considérer la faune dans son ensemble, nous prenions celle de quelques régions particulières, telles que les Alpes maritimes, le Vicentin et le Véronais, la Turquie d'Europe, la Crimée, l'Asie Mineure, l'Arménie ou le bassin de l'Indus; les relations pour chacune d'elles, considérée isolément, seraient encore les mêmes. Elles nous offriraient avec la faune des bassins tertiaires du nord-ouest de l'Europe une analogie souvent plus prononcée que celle-ci n'en a avec la faune contemporaine du sud des États-Unis, où l'on ne compte que 5 p. 100 d'espèces communes, analogie bien plus tranchée aussi que celle des faunes crétacées des côtes opposées de l'Atlantique, et, à plus forte raison, que celle qu'on observe entre les dépôts synchroniques plus anciens des diverses parties du globe.

Si l'on n'étudiait pas notre tableau avec quelque attention, peut-être objecterait-on que les espèces communes sont peu répandues, isolées ou accidentelles, et qu'alors leur présence est peu concluante? Nous répondrons en signalant dans chaque classe les espèces que nous regardons comme caractéristiques de la formation nummulitique, c'est-à-dire celles qui ont à la fois la plus grande extension horizontale et verticale, ou qui ont vécu le plus longtemps et sous des latitudes et des longitudes les plus différentes, et l'on verra que, sur 67 espèces caractéristiques, 33 ou la moitié sont également caractéristiques de la formation tertiaire inférieure du nord-ouest, ou s'y rencontrent fréquemment; 1 se trouve dans la formation tertiaire moyenne, et 1 dans la craie. Dans la liste suivante, les espèces communes sont marquées d'un astérisque.

Polypiers. — *Trochocyathus sinuosus* *, *Phyllocœnia irradians*, *Orbitolites Fortisii*, *O. papyracea*, *O. radians*, *O. stellata*, *O. submedia*.

Foraminifères. — *Nummulina biaritzana*, *N. complanata*, *N. cle-*

---

(1) L'argument *négatif* tiré de l'absence jusqu'à présent des mammifères dans cette faune serait, comme on le conçoit, sans aucune valeur contre les *faits positifs* apportés par les autres classes. Rien ne prouve d'ailleurs qu'on n'en découvrira point par la suite, et si l'on réfléchit aux conditions physiques dans lesquelles ont dû se trouver les estuaires peu profonds du nord-ouest, on comprendra qu'on y retrouve enfouis des débris de mammifères terrestres, qui ne se sont pas encore présentés dans les dépôts bien autrement puissants de la formation nummulitique du sud.

gans, N. intermedia, N. lævigata *, N. perforata, N. Ramondi, N. scabra *, N. spira, N. spissa, Operculina ammonea, O. Boissyi, Alveolina elliptica, A. longa, A. subpyrenaica.

Crinoïde. — Pentacrinites didactylus.

Echinodermes. — Pygorhynchus scutella *, Echinolampus politus, E. subsimilis, Conoclypus conoideus, Eupatagus ornatus, Hemiaster obesus.

Serpule. — Spirula spirulæa.

Conchifères. — Teredo Tournali, Pholadomya Puschii*, Corbula rugosa*, Corbis lamellosa*, C. pectunculus*, Lucina corbarica, L. mutabilis*, Cytherea nitidula*, Venericardia acuticostata *, V. imbricata *, V. multicostata *, Chama calcarata *, Chama gigas *, Spondylus asperatus, S. cisalpinus, Ostrea gigantea *, O. vesicularis (craie), Vulsella falcata.

Gastéropodes. — Pileopsis cornu-copiæ *, Melania costellata *, Neritina conoidea *, Natica hybrida *, N. mutabilis *, N. sigaretina *, Trochus agglutinans *, Turritella imbricataria *, Cerithium Diaboli * (tert. moy.), C. Leymeriei, Pleurotoma clavicularis *, Fusus intortus *, F. longævus *, Rostellaria fissurella *, Voluta ambigua *, Terebellum convolutum *, T. obtusum, Cypræa elegans *.

Céphalopode. — Nautilus lingulatus *.

Ces résultats, quelle qu'en soit la cause, nous semblent difficilement contestables; or, si la formation nummulitique, telle que nous l'avons envisagée, diffère essentiellement par sa faune de la formation crétacée qu'elle recouvre, comme de la formation tertiaire moyenne qui la surmonte, et si elle n'a de ressemblance zoologique qu'avec les fossiles de dépôts, que l'on n'a jamais trouvés ni au-dessous ni au-dessus d'elle, et qui occupent seulement d'autres régions géographiques, on sera porté à admettre sa contemporanéité avec ces derniers. Nous ne faisons d'ailleurs qu'appliquer ici le principe dont on se sert journellement pour prouver le parallélisme des diverses formations, bien étudiées dans l'Europe occidentale, avec les lambeaux disséminés dans les autres parties de la terre, où ils se sont déposés dans le même temps, principe sans lequel il est douteux que l'on fût parvenu aussi promptement à constater ce synchronisme et qui a pour lui les lois de l'analogie.

Cette contemporanéité une fois admise, si l'on vient à comparer le vaste développement de la zone nummulitique et ses caractères géologiques et paléontologiques avec ceux des dépôts restreints des anciens estuaires du nord-ouest de l'Europe, ne sera-t-on pas in-

vinciblement conduit à regarder ceux-ci comme des exceptions locales, dues à des circonstances physiques particulières, et à penser, au contraire, que la formation nummulitique asiatico-méditerranéenne, en y comprenant le groupe sans fossiles marins qui la recouvre sur tant de points, est le véritable type du terrain tertiaire inférieur dans son état normal?

Nous ferons remarquer encore que les espèces ou formes crétacées, et celles qui en sont les plus voisines et que l'on peut retrouver dans la zone nummulitique, appartiennent surtout à des genres ou à des familles que, dans leurs classifications, les zoologistes ont toujours rapprochés : tels sont les Spondyles, les Ostracées et les Térébratules. Nous révoquons fortement en doute le petit nombre des autres analogies qui ont été signalées. Aucun passage semblable ne s'observe dans le nord-ouest où il y a eu probablement, entre les derniers sédiments crétacés et les premiers dépôts tertiaires, des circonstances et des causes perturbatrices et modifiantes différentes de celles qui ont agi sur l'organisme de la grande mer méridionale, là où nous voyons aujourd'hui les couches des deux formations parfois concordantes, et où l'on devait par conséquent s'attendre à rencontrer quelques formes organiques communes.

Notre but, dans ce qui précède, a été de réunir et d'exposer les faits les mieux constatés, puis de les comparer à ceux de même ordre qui se sont produits avant et après l'ère des Nummulites, et nos conclusions résultent uniquement de ces comparaisons. Mais loin de nous la pensée que les lois de la succession des êtres dans le temps soient parfaitement connues; loin de nous la présomption de leur assigner des limites. « N'imitons pas celui qui prétendrait « pénétrer les mystères des profondeurs de l'Océan, pour avoir, « selon la belle image de Newton, *ramassé quelques coquilles sur « le rivage* (1) : » simple ouvrier occupé à rassembler les débris épars du vieil édifice de la nature, nous laissons à un architecte à venir le soin de sa restauration complète.

---

(1) I. Geoffroy-Saint-Hilaire, *Vie, travaux et doctrines scientifiques de son père*, p. 358; in-8. Paris, 1847.

TABLEAU
DE LA
FAUNE NUMMULITIQUE.

Nota. Dans la seconde colonne de ce tableau nous avons supprimé, à la suite des noms d'auteurs, l'indication de quelques ouvrages ou mémoires dont le titre se fût représenté trop souvent, et nous les mentionnerons ici une fois pour toutes; les autres sources où nous avons puisé seront indiquées à leur place.

Agass. = L. Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles*, 5 vol. in-4 avec planches. Neuchâtel, 1833-1845. — Agass. et Des. = L. Agassiz et E. Desor, *Catalogue raisonné, etc., de la classe des échinodermes* (Ann. des sc. nat., 3ᵉ sér., vol. VI, VII, VIII. 1846-47). — D'Arch., vol. II, = D'Archiac, *Description des fossiles recueillis dans les couches à Nummulites des environs de Bayonne* (Mém. de la Soc. géol. de France, 2ᵉ sér., vol. II, p. 189. 1846). — D'Arch., vol. III. = D'Archiac, *Description des fossiles du groupe nummulitique des environs de Dax et de Bayonne* (Bull., 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1006. 1847. Mém. de la Soc. géol. de France, 2ᵉ sér., vol. III, p. 397. 1850). — Bell. = L. Bellardi, *Liste des fossiles de la formation nummulitique du comté de Nice* (Bull., 2ᵉ sér., vol. VII, séance du 17 juin 1850). — De Blainv. = De Blainville, *Manuel d'actinologie*, in-8 avec atlas. 1834. — Al. Brong. = Alex. Brongniart, *Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcaréo-trappéens du Vicentin*, in-4. 1823. — Bronn, *Lethaea geognostica*, 2 vol. avec atlas, 1835-38. — Defr. = Defrance, articles divers insérés dans le *Dictionnaire des sciences naturelles*. — Desh. = Deshayes, *Description des coquilles fossiles des environs de Paris*, 2 vol. in-4 avec atlas, 1824-37. — Gold. = Goldfuss, *Petrefacta Germaniae*, 3 vol. in-f. avec atlas, 1826-44. — Lam. = De Lamarck, divers mémoires dans les *Annales du Muséum*, vol. V, 1804; vol. VIII, 1806, etc. — *Histoire des animaux sans vertèbres*, 7 vol. in-8. 1815-1822. — Leym. = A. Leymerie, *Mémoire sur le terrain à Nummulites des Corbières et de la montagne Noire* (Mém. de la Soc. géol. de France, 2ᵉ sér., vol. I, p. 337. 1846). — Mich. = H. Michelin, *Iconographie zoophytologique*, in-4 avec atlas, 1840-47. — Miln. Edw. et J. Ha. = Milne-Edwards et J. Haime, *Recherches sur la structure et la classification des polypiers récents et fossiles* (Ann. des sc. nat., vol. IX, X, XI, XII. 1848-49). — Munst. = De Munster, *Über Versteinerungen*, etc. Des pétrifications de l'argile ferrugineuse et des sables verts du Kressenberg (Kerfstein's Teutschland, vol. VI, p. 93. 1828). — D'Orb. = Alcide d'Orbigny, *Tableau méthodique de la classe des céphalopodes* (Ann. des sc. nat., vol. VII. 1826). — Al. Roua. = Alex. Rouault, *Description des fossiles du terrain éocène des environs de Pau* (Bull., 2ᵉ sér., vol. V, p. 204. 1848. Mém. de la Soc. géol. de France, 2ᵉ sér., vol. III, p. 457. 1850). — Sow. = J. Sowerby,

The mineral conchology of great Britain, 6 vol. 1812-1829. — J. de C. Sow. = James de Carl Sowerby, *Description des fossiles de la province de Cutch*. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, *Explication des planches* 21-26. 1840). — Tallav. = Tallavignes, *Résumé d'un mém. sur le terrain à Nummulites du département de l'Aude et des Pyrénées* (Bull., 2e sér., vol. IV, p. 1140. 1847).

CLASSES, ORDRES, FAMILLES, GENRES et ESPÈCES.	AUTEURS, SYNONYMIES ET OBSERVATIONS.	Espèces propres.	Espèces douteuses ou qui n'ont pas encore reçu de nom, quoique reconnues nouvelles.	Espèces communes à la formation tertiaire inférieure du nord-ouest de l'Europe.	LOCALITÉS. NOTA. Pour éviter de multiplier les noms de lieux, nous avons souvent adopté celui de la localité principale d'un pays dans le voisinage de laquelle les autres sont situées. Nous renvoyons au texte pour plus de détails. Le signe — qui sépare les noms de lieux correspond toujours à un ou plusieurs SS du texte.
POLYPARIA.					
Ceratotrochus ?	Miln. Edw. et J. Ha.				
— *exaratus*	Id. id., vol. IX, p. 333; *Turbinolia exarata*, Mich., pl. 61, f. 3.	*	...	...	Nice. - Asie mineure ? - Chaîne d'Hala (Sinde).
Flabellum	Lesson.				
— *appendiculatum*	Bronn., vol. II, p. 898; Mich., pl. 9, f. 12; *Turbinolia appendiculata*, Al. Brong., pl. 6, f. 17.	..	...	...	Ronca, val Sangonini. Asti et Tortone (form. tert. supér.).
— *Bellardii*	J. Ha., mss.	*	...	...	Nice.
— *costatum*	Bell., Mich., pl. 61, f. 10.	*	...	...	Ib.
— *Dufrenoyi*	Miln. Edw. et J. Ha., vol. IX, p. 269; *Turbinolia* id., et *T. dentalina*, d'Arch., vol. II, pl. 5, f. 4-6.	*	...	...	Biaritz.
— *Hœnei*	Id. id. ib., p. 273; *Turbinolia cuneata*, var. Gold., pl. 37, f. 17 *b*.	..	...	...	Abtenau (Saltzbourg) - Vicentin. Castel - Arquato (form. tert. supér.)?
— *vaginale*	Mich., pl. 63, f. 3.	*	...	...	Biaritz.
— indét.	D'Arch.	..	*	...	Annot (Basses-Alpes).
Trochocyathus	Miln. Edw. et J. Ha.				
— *alpinus*	Id. id., vol. IX, p. 331; *Turbinolia* id., Mich., pl. 61, f. 6.	*	...	...	Nice.
— *Burnesii*	J. Ha., mss.	*	...	...	Sinde.
— *cornutus*	Id., mss.	*	...	...	Nice.
— *cyclolitoides*	Miln. Edw. et J. Ha., vol. IX, p. 315; *Turbinolia*, id., Bell. *non* id., Mich., pl. 61, f. 2.	*	...	...	Ib., Annot. - Sinde.
— *cupula*	Id. id., *Turbinolia* id., Al. Roem., pl. 14, f. 2.	..	...	*	Pau. Lacken (Belgique).
— *elongatus*	Id. id., vol. IX, p. 305.	*	...	...	Environs de Castellane.

- *fimbriatus*....	Id. Id., ib., p. 334; *Turbinolia* id., Mich., pl. 9, f. 10.	*	.	.	Nice, environs de Castellane.
- *Haimei*........	Id., id., *Turbinolia* id., Al. Roua., pl. 14, f. 3.	*	.	.	Pau.
- *Lamarckii*.....	Id. id.; *Turbinolia* id., Al. Roua., pl. 14, f. 5.	*	.	.	Ib.
- *lineatus*.......	Id., id., *Turbinolia* id., Gold., pl. 37, f. 18. Le gisement indiqué près de Gosau, non loin d'Halleiņ, est douteux, comme appartenant à la formation nummulitique.	*	.	.	Environs de Gosau.
- *perarmatus*....	Id., id., *Turbinolia* id., Tallav., Al. Roua., pl. 14, f. 4.	*	.	.	Pau. - Les Corbières.
- *pyrenaicus*....	Id., id., vol. IX, p. 311; *Flabellum* id., Mich., pl. 63, f. 2; *Turbinolia calcar.*, d'Arch., vol. II, pl. 5, f. 1-3.	*	.	.	Biaritz. - Nice? Annot.
- *sinuosus*.......	Id., id. ib., p. 314. — Parkinson, *Organ. rem.*, pl. 4, f. 11; *Turbinolia sinuosa*, Al. Brong., id., Defr., id. Bronn, *Syst. der Urwelt*, etc., pl. 5, f. 12; id., Leym., pl. 13, f. 7-8; Id., Mich., pl. 63, f. 1. (Individu très grand).	.	.	*	Les Corbières. - Nice. - Le Vicentin. - Asie mineure? Ile Sheppey.
- *subundosus*....	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 4.....	*	.	.	Biaritz.
- *van den Heckei*..	Miln. Edw. et J. Ha., *Trochocyathus? bilobatus*; id., id., vol. IX, p. 231. *Turbinolia bilobata* (*pro parte*), Mich., pl. 61, f. 7.	*	.	.	Nice, Gap. - Sinde.
Leptocyathus. . .	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *atalayensis*.....	Id., id., *Trochocyathus* id., d'Arch., vol. III, pl. 8, f. 1.	*	.	.	Biaritz.
Diplelia.......	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *raristella*......	Id., id., *Brit. foss. corals*, 1re part., p. 29; *Oculina* id. et *O. Solandri*, Defr.; Mich., pl. 43, f. 15, 16; *O. raristella*, d'Arch., vol. III, pl. 8 f. 6.	.	.	*	Biaritz. Calc. grossier et sables moyens du bassin de la Seine.
Stylophora.....	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *distans*........	J. Ha., *Astrea* id., Leym., pl. 13, f. 6; Mich., pl. 63, f. 7.	*	.	.	Les Corbières.
- *rugosa*........	Id., id.; *Oculina rugosa*, d'Arch., vol. III, pl. 8, f. 7.	*	.	.	Biaritz.
- indét.........	J. Ha......................	.	*	.	Nice. - Sinde.
Trochosmilia...	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *corniculum*....	Id. id. vol. X, p. 240; *Turbinolia* id. et *hemispherica*, Mich., pl. 61, f. 2, 5.	*	.	.	Nice. - Sinde.
- *irregularis*.....	Id., id., ib.; *Turbinolia irregularis*, *T. brevis* et *tenuistriata*, Desh. *in* Ladoucette, (Histoire, topographie, etc., des Hautes-Alpes; atlas, pl. 13, f. 1-6 et 15, 1834).	*	.	.	Nice, Gap. - Ronca.

	pl. 1, f. *a*, *z*, dont plusieurs appartiennent à d'autres espèces; *Camerina lævigata*, Bosc, Hist. nat. des coq., vol. V, p. 185; Parkins., *Organ. rem.*, vol. III, pl. X, f. 13-16; *N. denarius*, Montf., (indét.); *Lenticulites denarius*, *mamillaris*, et peut-être *phaciticus*, Schlot., *Die petrefact.*, etc., p. 89; *N. nummiformis*, Defr., Alex. Brong., Mém. sur le Vicentin, p. 51; *N. rhomboidalis*, Schafh. (*Neu. Jahrb.*, 1846) (c'est une variété); *N. lenticularis crassa*, id., ib., p. 418. — MM. Joly et Leymerie (Mém. sur les Num., 1847) et M. Carpenter (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 21, 1849) se sont occupés de l'organisation intérieure de cette espèce.				le calcaire grossier inférieur, ou glauconie grossière; dans celui de la Belgique, son horizon est moins nettement tranché; dans celui du Hampshire, elle appartient aux sables de Bracklesham, parallèles au calcaire grossier (Prestwich).
— id., var. *a*.....	*depressa*. Elle appartient surtout aux sables de Bracklesham.				
— id., var. *b*.....	*crassa*, *N. aturica*, Jol. et Leym., Mém. sur les Numm., pl. 2, f. 9, 10, 1847.	*	.	.	Columbres (Asturies). - Montfort, Bastenues (Landes).
— id., var. *c*.....	*N. globularia*, Lam.; id., Defr.; id., d'Orb.; Fortis, *loc. cit.*, vol. II, pl. 1, f. *s*, *t*.	.	.	*	Cap la Mortela? - Asie mineure. Bassin de la Seine avec le type de l'espèce.
— id., var. *d*.....	*N. rotula*, Defr.; Discholite, Fortis, vol. II, pl. 1, f. *u*, *v*.	.	.	*	Asie mineure. Bassin de la Seine avec les précédentes.
— id., var. *e*.....	*secans*, grande, bombée au centre et à bords très tranchants.	.	.	.	Cap la Mortela.
— *Lucasiana*.....	Defr. (collection); *N. lenticularis*, Al. Roua., pl. 14, f. 11; *non* id., Bronn, p. 1139, pl. 27, f. 22; *non* id., Boub.; *non Lycophris* id., Montfort, p. 159, pl. 158; *non Nautilus* id., Ficht. et Moll, pl. 7, f. *a*, *b*. M. Alexandre Rouault, n'ayant eu qu'un seul échantillon de la coquille qu'il a décrite, et qu'il a bien voulu nous confier ensuite, a été conduit à un rapprochement qui ne nous paraît pas admissible. Le *Lycophris lenticularis* n'est point un foraminifère, mais un polypier comme le *L. Faujasii*, Defr. (Numismale lenticulaire, Fauj.), et M. Bronn (*Let. geogn.*, p. 710) a fait à ce sujet une multitude de rapprochements erronés qui n'ont pas été rectifiés dans son *Index palæontologicus*. Nous devions donc,	*	.	.	Columbres. - Pau. - Les Corbières? - Valdagno (Véronais). - Asie mineure.

Oulophyllia. . . .	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *profunda*......	Id., id., vol. XI, p. 269; *Meandrina profunda*, Mich., pl. 11, f. 3.	*	.	.	Castel-Gomberto.
Latomeandra. . .	Alc. d'Orbigny, mss.				
- *Bertrandi*......	J. Ha., mss.	*	.	.	Ib. - Nice.
Montlivaltia. . . .	Lamouroux.				
- *bilobata*.......	Miln. Edw., et J. Ha., vol. X, p. 259; *Turbinolia an Ceratotrochus* id.? id., id., vol. IX., p. 331; *Turbinolia* id., Mich., pl. 62, f. 1; *non* id., pl. 61, f. 7.	*	.	.	Nice.
- *Brongniartiana*.	Id., id., ib.; p. 259..........	*	.	.	Ronca.
- *detrita*........	Id., id., ib., p. 254; *Anthophyllum* id., Mich., pl. 10, f. 1.	*	.	.	Castel-Gomberto.
- indét.	J. Ha.....................	.	*	.	Sinde.
- indét.	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.	Id........................	.	*	.	Ib.
Hydnophora. . . .	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *Bronni*........	Id. id., mss................	*	.	.	Castel-Gomberto, Brendola..
Siderastrea.....	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *funesta*........	Id., id., vol. XII, p. 143; *Astrea* id., Al., Broug., pl. 5, f. 16; Mich., pl. 13, f. 1.	.	.	.	Ronca. - Sinde. Turin? (Format. tert. moyenne).
Rhizangia.....	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *brevissima*.....	Id., id., vol. X, pl. 7, f. 7, 8; *Astrea* id., Desh. *in* Ladoucette, *loc. cit.*, pl. 13, f. 9; id., Mich., pl. 63, f. 8.	*	.	.	Dax. - Gap.
- *Braunii*.......	Id., id., vol. XII, p. 180; *Anthophyllum* id., Mich., pl. 63, f. 9.	*	.	.	Les Corbières.
Cyclolites.....	Lam.				
- *Vicaryi*.......	J. Ha., mss................	*	.	.	Sinde
Cycloseris.	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *andianensis*....	Id., id.; *Cyclolites* id., d'Arch., vol. III, pl. 8, f. 1.	*	.	.	Biaritz.
- *lenticularis*. ...	Id., id., *Cyclolites* id., d'Arch., ib., f. 2.	*	.	.	Ib. - Rocca-Esteron, San Dalmazzo.
- *niceensis*.	Id., id., *Fungia* id., Mich., pl. 61, f. 1.	*	.	.	Niçe.
- *Perezi*.	J. Ha., mss.; *Cyclolites Borsonis* (*pro parte*), Mich., pl. 61, f. 2, *non* pl. 8, f. 4.	*	.	.	Ib., Barrême.-Sinde.
Agaricia......	Lam.				
- *Murchisoni*....	J. Ha., mss...............	*	.	.	Sinde.
Balanophyllia..	Miln. Edw. et J. Ha.				
- *geniculata*....	Id., id., vol. X, p. 87; *Caryophyllia* id., d'Arch., vol. II, pl. 5, f. 7.	*	.	.	Biaritz.
Meandrina....	Lam.				
- **indét.**........	(*Antè*, p. 165.)..............	.	*	.	Les Carpathes.
Astrea.......	Lam.				
- *Beaudouini*. ...	J. Ha., mss................	*	.	.	Nice.

- indét.	D'Arch. Voisine du *Stylophora distans*, *antè*, p. 227.	.	*	.	Dimotica (Roumélie).
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Les Asturies.
- indét.	(*Antè*, p. 165.)	.	*	.	Les Carpathes.
Cladocora.	Ehrenberg.				
- *granulosum*.	J. Ha.; *Lithodendron* id., Gold., pl. 27, f. 12.	.	.	.	Biaritz. - Le Titlis. Formation tert. moyenne et supér. de l'Italie et de la Sicile.
- indét.	D'Arch. Voisin du précédent.	.	*	.	Roumélie.
- indét.	Id.	.	*	.	Annot.
- indét.	(*Antè*, p. 165).	.	*	.	Les Carpathes.
Caryophyllia.	Lam.				
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Annot.
Oculina.	Lam.				
- *incerta*.	Mich., pl. 63, f. 11. Branche jeune de l'*O. raristella* (*Diplelia*), *antè*, p. 227.	*	.	.	Biaritz.
- indét.	Desh.	.	*	.	Gap.
Pocillopora.	Lam.				
- *raristella*.	Mich., pl. 13, f. 5; *Astrea contorta*, Leym., pl. 15, f. 5. D'après M. Michelin, cette espèce ne serait autre que l'*Astrea raristella*, Defr., et la *Sarcinula punctata*, Michelot. Spec. zooph., pl 4, f. 6; c'est un *Astrocænia* de MM. Miln. Edw. et J. Ha.	.	.	.	Les Corbières. Format. moyenne des environs de Turin et du bassin de la Garonne.
Polytremacis.	Alc. d'Orb.				
- indét.	J. Ha.	.	*	.	Nice.
Lichenopora.	Defr.				
- *conjuncta*.	Mich., pl. 63, f. 16; id., Munst. *Ceriopora diadema*, Gold., pl. 37, f. 3.	.	.	*	Biaritz. Astrup près Osnabruck.
- *spongioides*.	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 9.	*	.	.	Biaritz.
Orbitolites.	Lam.				
- *dispensa*.	D'Arch.; *Lycophris* id. J. de C. Sow., pl. 24, f. 16.	*	.	.	Béloutchistan, Cutch.
- *elliptica*.	Mich., pl. 61, f. 11.	*	.	.	Nice.
- *ephippium*.	D'Arch.; *Lenticulites* id., Schlot. *Die petrefac.*, etc., 1820, p. 89; *Nummulites* id., Pusch., *Polens palæont.*, etc., pl. 12, f. 17; *Lycophris* id., J. de C. Sow., pl. 24, f. 15. Nous réunissons provisoirement ces divers corps, qui ne diffèrent peut-être de l'*O. sella* que par leurs dimensions plus grandes.	*	.	.	Liptsch (Hongrie), les Carpathes. - Béloutchistan, Cutch.
- *Fortisii*.	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 10, 11, 12; Al. Roua., pl. 14, f. 6; *Dischlolites nummiformis*, Fortis, vol. II, pl. 2, f. A, B, C. *O. discus*,	*	.	.	Les Asturies. - Biaritz, Dax, Pau. - Le Ralligstœcke, etc. (Berne). - Siegsdorf. -

	Rutimayer? (Bibl. univ. de Genève, nov. 1848). L'*O. Prattii*, Mich., pl. 63, f. 14 paraît être un individu jeune de cette espèce plutôt que l'*O. submedia*. Voyez, pour son étude microscopique et sa structure : Carpenter, *Sur la structure des Orbitoïdes* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 32, 1849).				Vérone, le Vicentin. - Crimée. - Asie mineure. - Tchanlu-kilissé, près Much (vallée du Kuroshai, Arménie). - Ile de Candie? - Sinde.
- *karakaiensis*...	D'Arch., mss.	*	·	·	Roumélie.
- *papyracea*.....	Id., vol. III, pl. 8, f. 13; *Nummulites* id., Boubée; *Discholites*, Fortis, vol. II, pl. 2, f. E, F, G; *Orbitolites parmula?* Rutim., *loc. cit.*	*	·	·	Biaritz, Dax, etc. - Ralligstœcke, Gemmenalp. - Vicentin. - Entre Enos et Gumourdjina (Roumélie). - Ile de Candie?
- *radians*.......	Id., ib., pl. 8, f. 15; Discholite de Brendola, Fortis, vol. II, pl. 2, f. X; *Asteriacites* id., Schlot., *Num.* id., Brunner; *Orbitolites patellaris*, Rutim., *loc. cit.*, var. *maxima*, nob.	*	·	·	Biaritz. - Nice, Annot. - Le Ralligstœcke (var. *maxima*). - Vicentin, val Néra. - Chaîne côtière de la mer Noire; golfe de Saros.
- *stellata*........	Id., vol. II, pl. 7, f. 1, et vol. III, pl. 8, f. 14; Discholite à rayons, Fortis, vol. II, pl. 2, f. S, T, U, V; *Nummulites radiata*, de Roissy (Hist. nat. des moll., vol. V, p. 53); *Orbitolites stellaris*, Rutim., *loc. cit.* Cette espèce présente de nombreuses variétés suivant la quantité des rayons, qui varient de 5 à 8, et qui se dichotomisent quelquefois (*O. multiradiata*, Bell.).	*	·	·	Biaritz. - Nice (var. dichotome et multiradiée). - Le Ralligstœcke (var.), le Rothorn. - Vérone. - Rive droite de la Maritza (Roumélie).
- *sella*..........	Id., vol. III, pl. 8, f. 16; *Nummulites onycomorpha*, C. T. Catullo?	·	·	·	Biaritz, Bastennes. - Le Kressenberg. - Vicentin. - Roumélie.
- *submedia*......	Id., vol. II, pl. 6, f. 6; Discholite, Fortis, vol. II, pl. 1, f. *j*, *k*; *Nummulites mamilla*, de Roissy, *loc. cit.*, p. 57. Nous avions d'abord rapporté à cette espèce l'*O. Prattii*, Mich. (suprà *O. Fortisii* jeune), et peut-être doit-on y réunir en partie l'*O. parmula*, Rutim. Elle est d'ailleurs bien distincte de l'*O. papyracea*.	*	·	·	Biaritz, Pau. - Nice, Annot. - Le Ralligstœcke. - Mattsee. - Vicentin. - Montferrat. - Au nord-ouest d'Enos et entre l'Arda et la Maritza (Roumélie). - Tchanlu-Kilissé, près Much (Taurus orient.), entre Gumuch-Hana et Baiburt (versant nord-ouest du Taurus). - Candie?
- indét.........	D'Arch.	·	*	·	Sinde.
Diastopora.....	Lamouroux, Expos. méth. des Polypiers.	·			
- *Labati*........	D'Arch., *Pustulopora* id., vol. II, pl. 5, f. 10.	*	·	·	Biaritz.

- *rotula*.	Reuss., *Die foss. Polyp.*, etc., pl. 7, f. 8.	.	.	.	Biaritz. Calc. d'Eisenstadt (Hongrie).
- *Thorenti*.	Mich., pl. 63, f. 15.	•	.	.	Ibid.
Ceriopora.	Gold.				
- *intricata*.	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 19. . . .	•	.	.	Ibid.
- indét.	Id. ib., p. 407.	•	.	.	Ibid.
Pustulopora. . . .	De Blainv.				
- *mamillata*.	D'Arch., vol. II, pl. 5, f. 9.	•	.	.	Ibid.
Heteropora.	De Blainv.				
- *subconcinna*. . . .	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 17.	•	.	.	Ibid.
- *rugosa*.	Id., vol. III, pl. 8, f. 18; *Ceriopora sublævigata*, vol. II, pl. 5. f. 8.	•	.	.	Ibid.
Prattia.	D'Arch.				
- *glandulosa*.	Id., vol. III, pl. 8, f. 20.	•	.	.	Ibid.
Hornera.	Lamouroux.				
- *Edwardsii*.	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 22. . . .	•	.	.	Ibid.
- *Hippolythus*. . . .	Defr., Dict. des sc. nat., p. 432, Atlas, pl. 46, f. 3; de Blainv., Man. d'act., pl. 68, f. 3; Miln. Edw., Ann. des sc. nat., 2ᵉ sér., vol. IX, pl. 11; Bronn, Let. geog., pl. 36, f. 1; Mich., pl. 46, f. 20; d'Arch., vol. III, pl. 8, f. 21	.	.	•	Ibid. Bassin de la Seine (calc. grossier), Hauteville (Manche).
Idmonea.	Lamouroux.				
- *hybrida*.	D'Arch., vol. III, pl. 8, f. 24. . . .	•	.	.	Ibid.
- *Petri*.	Id., vol. II, pl. 5, f. 11.	•	.	.	Ibid.
- *trapezoides*.	Id., vol. III, pl. 8, f. 23.	•	.	.	Ibid.
- indét.	Al. Roua., p. 463.	.	•	.	Pau.
Eschara.	Pallas.				
- *ampulla*.	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 3.	•	.	.	Biaritz.
- *dentalina*.	Id., ib., pl. 9, f. 1.	•	.	.	Ibid.
- *labiata*.	Id., vol. II, pl. 5, f. 12.	•	.	.	Ibid.
- *Leymeriana*. . . .	Mich., pl. 63, f. 17.	•	.	.	Ibid.
- *monilifera?*. . . .	Miln. Edw., Ann. des sc. nat., 2ᵉ sér., vol. VI, pl. 9, f. 1.	.	.	.	Ibid. Crag blanc (Suffolk).
- *nobilis?*.	Mich., pl. 79, f. 1; *Flustra glomerata*, d'Arch., Bull. de la Soc. géol., 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010.	.	.	.	Ibid. Faluns de l'Anjou.
- *palensis*.	Al. Roua., pl. 14, f. 7.	•	.	.	Pau.
- *subchartacea*. . .	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 2; *E. chartacea*, id., vol. II, pl. 5, f. 12, *non* id., Lam.; *E. puncta*; Bull. Soc. géol., 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1010.	•	.	.	Biaritz.
- *subpiriformis*. . .	D'Arch., vol. II, pl. 5, f. 21.	•	.	.	Biaritz.
- indét.	Id.	.	•	.	Ibid.
- indét.	Id.	.	•	.	Ibid.
- indét.	Id.	.	•	.	Sinde.

Retepora	Lam.				
- *echinulata*	? De Blainv., Mich., pl. 14, f. 11.	.	.	.	Biaritz.
					Provence, Asti, Turin.
- *fenestrata*	? Gold., pl. 30, f. 9	.	.	.	Ibid.
					Faluns de l'Anjou, etc.
- *Ferussaci*	? Mich., pl. 46, f. 20 ; var. d'Arch., vol. III, pl. 9, f. 4.	.	.	*	Ibid.
					Bassin de la Seine.
- *subcancellata*	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 5	*	.	.	Ibid.
- *vibigata*	? Gold., pl. 36, f. 18	.	.	*	Ibid.
					Astrupp.
- ? indét.	D'Arch., vol. III, p. 412	.	*	.	Ibid.
Lunulites	Lam.				
- *Bellardii*	D'Arch., mss	*	.	.	Nice.
- *glandulosa*	D'Arch., vol. II, pl. 5, f. 14 ; vol. III, pl. 9, f. 6.	*	.	.	Biaritz.
- *punctata*	Leym., pl. 13, f. 4	*	.	.	Les Corbières.
- *urceolata*	Lam., Gold., pl. 12, f. 7 ; Mich., pl. 46, f. 6.	.	.	*	Biaritz.
					Bassin de la Seine (calc. grossier).
- *van den Heckei*	Mich., pl. 63, f. 12	.	.	.	Biaritz. - Nice.
					Saucats.
- indét.	(*Antè*, p. 165.)	.	*	.	Les Carpathes.
Flustra	Lam.				
- indét.		.	*	.	Biaritz.
Cellaria	Lam.				
- *distans*	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 9.	*	.	.	Ibid.
- *minuta*	Id., ib., pl. 9, f. 8	*	.	.	Ibid.
- *subexarata*	Id., ib., pl. 9, f. 7	*	.	.	Ibid.
- indét.	Id., ib., pl. 9, f. 9 B	.	*	.	Ibid.
Aulopora	Gold.				
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 413	.	*	.	Ibid.
Guettardia	Mich.				
- *Thiolati*	D'Arch., vol. II, pl. 5, f. 15 ; pl. 7, f. 5-7.	*	.	.	Ibid.
Tragos	Schweigger.				
- *mamillatus*	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 10	*	.	.	Ibid.
Scyphia	Oken.				
- *quinqueloba*	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 13	*	.	.	Ibid.
- *Samueli*	Id., ibid., pl. 9, f. 11-12	*	.	.	Ibid.
- indét.		.	*	.	Les Carpathes.
Spongia	Linné.				
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 414	.	*	.	Biaritz.
Virgularia	Muller.				
- *incerta*	D'Arch., vol. III, p. 414. Semble être identique avec le corps représenté comme un axe de Pennatule (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, pl. 8, f. 2).	.	.	*	Ibid.
					Argile de Londres ?
Antipathes ?	Pallas	.	*	.	Ibid.
Gorgonia ?	Lam.	.	*	.	Ibid.
	Polypiers indéterminés, mais nombreux et remarquables.	.	*	.	Cap Kara - Bournou (chaîne côtière de la mer Noire).

FORAMINIFERA.					
Nummulina. . . .	D'Orbigny (1).				
- *biaritzana*. . . .	D'Arch., Mém. Soc. géol. de France, vol. III, p. 191, 1837; ib., 2ᵉ sér., vol. II, p. 198, 1846; ib., vol. III, pl. 9, f. 15, 1850. — *Nautilus lenticularis*, Ficht. et Moll, pl. 7, f. *g*, var. *δ*, 1798? *Discholites convexo-plana*, Fortis, vol. II, pl. 1, f. *h*, *i*, pl. 2, f. 8, et pl. 4, f. 8, 1802; confondue avec la *N. lævigata* par de Roissy, Hist. nat. des Moll., vol. V, p. 55; *N. atacicus*, Leym., pl. 13, f. 13, 1846; *N. atacica*, Jol. et Leym., Mém. sur les Num., pl. 1, f. 4-8, 1847; *N. regularis*, Ruttim., Arch. des sc. nat. de Genève, vol. VII, p. 177, 1848; *Verhandl. d. Schweiz. naturf. Ge. versam. zu Zoloturn*, 1848, p. 27; *N. variata*, Defr. (collect.).	*	.	.	Malaga, Columbres? Girone. - Biaritz, Pau; font. de la Médaille, Buchuron, Nousse (Landes). - Hautes-Pyrénées et Haute-Garonne; les Corbières, la montagne Noire. - Col du Lauzanier? Gap. - Les Diablerets, le Hacken, Einsiedeln, etc. (Schwitz); le Fahneren, Eggerstand, etc. (Appenzell). - Le Kressenberg, Malberting (Bavière mérid.). - Valdagno (Vicentin). - Transylvanie. - Loparo (Croatie). - Vallée de l'Arda, cap Kara-Bournou, etc. (Roumélie). - Crimée. - Chilli, Zafranboli, mont Karamass (Asie mineure). - Haut-Liban? - Toumietz (prov. de Constantine)? Djaritz (Maroc).
- id., var. *inflata*.	Id., ibid., pl. 9, f. 16.	*	.	.	Columbres (Asturies). - Biaritz. - Le Kressenberg. - Asie mineure.
- *complanata*. . . .	Lam., 1804; id., Defr.; id., d'Orb., 1825; *non* id. Parkinson, *Organ. rem.*, pl. 10, f. 21 et 27. — *Helicites*, Guett., Mém., vol. III, pl. 13, f. 21, 1770; Knorr, pl. A VII, 1775? *Camerina nummularia*, Brug., id., Bosc, Hist. nat. des coq., vol. V, p. 185. — *Num-*	*	.	.	Columbres (var. *columbresiana*, *antè*, p. 12, *nota*). - Biaritz, Peyrhorade, Pau, Dax, St-Sever, Montfort, Bastennes (Landes). - Lucerne, Beatenberg

(1) Nous ne rapportons ici que les synonymies dont nous avons pu vérifier l'exactitude, et nous ne tenons compte que des dessins dont les caractères laissent peu de doute. Nous ne mentionnons également, dans la colonne des *Localités*, que celles dont nous avons examiné les échantillons, ou qui sont d'une authenticité incontestable. — La liste des Nummulites que donne M. Bronn, dans son *Index palæontologicus*, 1848, n'a pu nous être d'aucune utilité; l'auteur, en admettant les genres *Nummulites*, *Nummulina* et *Nummularia*, a fait un triple emploi dans le nom du genre, et, de plus, des doubles emplois dans les noms d'espèces, parmi lesquelles figurent aussi des Orbitolites.

	mulites plana, de Roissy, *loc. cit.*, vol. V, p. 56, 1805. — *Discholites nummiforme*, Fortis, vol. II. pl. 2, f. A, B, C. — *Phacites*, Blum., *Abbild. natur. Geg.*, pl. 40, f. 3, 1802. — *Numm. millecaput* Boubée, Bull., vol. II, p. 445, 1832; id., Jol. et Leym., pl. 1, f. 1, 2, 3, 1847, Al. Roua., pl. 14, f. 8, 1850; *N. maxima*, T. C. Catullo? De fausses indications de gisement, depuis Fortis jusqu'à M. Defrance, ont sans doute contribué à faire oublier le nom de cette espèce; car il n'y avait aucune incertitude dans les descriptions et les figures qu'on en a données; mais il n'en est pas de même de ses rapports avec les *N. distans*, *polygyrata* et *nummiformis*, Schafh. Nous ne connaissons aucun bon caractère extérieur pour séparer ces 4 espèces, tandis que ceux de la spire et des cloisons permettent d'en distinguer au moins 2. Dans l'une les tours de spire sont très rapprochés et réguliers, les cloisons fort petites, serrées, regulières et peu courbees; la coquille est plane ou faiblement ondulée et assez mince. (Voir un échantillon de Crimée, désigné, dans la collection de M. Defrance, sous le nom de *N. concava*, un échantillon provenant d'Égypte, au Muséum d'hist. naturelle et la f. 4, pl. 2 de l'atlas du *Voyage dans la Russie méridionale*, sous la direction de M. Demidoff, qui représente, d'après M. L. Rousseau, la *N. polygyrata*, Desh.). L'autre espèce, qui aurait pour type la *N. distans*, Desh., est plus épaisse; ses cloisons sont plus espacées et plus arquees; la spire est moins régulière, et ses couches sont plus épaisses aussi. On voit d'après cela, qu'aux localités ou nous citons la *N. complanata* il est probable qu'on devra joindre, lorsqu'on aura mieux étudié les trois autres espèces, un certain nombre de localites où ces dernières sont mentionnées.				et Habkeren; - Siegsdorf (Bav. mérid.). - Dalmatie. - Ronca, val Néra, etc. (Vicentin). - Île de Candie (var. *columbresiana*). - Toumietz (prov. de Constantine)? Les échantillons de la variété, qui proviennent de Candie, ont près de 10 centim. (3 pouces 9 lig.) de diamètre sur 4 millimètres d'épaisseur seulement; ils justifient en outre, par d'autres caractères, leur séparation d'avec le type, et peut-être même devront-ils constituer une espèce distincte?
- *concava*......	Defr. .... Cette espèce a été établie sur la coupe horizontale d'un seul échantillon qui appartient peut-être à la *N. polygyrata*?	*	.	-	Crimée.
- *contorta*......	Desh. *in* Ladoucette, *Hist. topogr.*, *etc.. des Hautes-Alpes*, atlas, pl. 13, 1834. M. Deshayes n'ayant point décrit cette espèce et n'ayant fait figurer, sous un seul aspect, qu'un individu d'une taille exceptionnelle, il etait difficile de la reconnaître pour la Nummulite la plus répandue aux environs de Gap. Elle était moins reconnaissable encore dans le dessin de Guettard. (Memoire sur la minéralogie du Dauphiné, vol. II, pl. 4, 1779.) La *N. contorta* diffère de la *N. biaritzana* par son bord plat et tranchant, par sa forme plus déprimée, et surtout par les stries très contournées de	*	.	.	Cap la Mortela, Rocca Esteron (comté de Nice), Gap. - Le Tatra? - Crimée.

	sa surface; ce dernier caractère distingue les individus jeunes des *N. discorbina* et *Ramondi*.				
- *depressa*.	De Roissy, Hist. nat. des moll., vol. V, p. 56, 1805. — *Discholites depressa*, Fortis, pl. 2, f. D, E, et pl. 3, f. 1.	*	.	.	Asie mineure? Égypte.
- *discorbina*.	D'Arch., *Lenticulites discorbinus*, Schlot. *Die petrefact.*, etc., p. 89, 1820. Nous conservons ce nom à une Nummulite d'Égypte que Schlotheim n'a point décrite, mais qu'il désigne comme une espèce toute particulière, et qui lui paraît être plus rare que les autres, quoiqu'en réalité il n'en soit pas ainsi. Elle ressemble aux corps figurés par d'Argenville (pl. 19, f. A; Plancus, *De conchis minus notis*, pl. 1, f. 2. c, d, f). Les individus adultes du type de l'espèce ont 7 millim. de large sur 3 1/2 d'épaisseur; leur forme rappelle celle de la *N. Biaritzana*, mais le bord est plus arrondi. Les stries rayonnantes, moins flexueuses, sont en relief et plus prononcées sur le pourtour de la coquille. Dans les individus jeunes, elles le sont encore davantage. On compte 7 tours de spire sur un diamètre de 5 millim. C'est de toutes les espèces connues celle dont les cellules sont le plus nombreuses; elles sont deux fois plus hautes que larges, et leur largeur dépasse à peine l'épaisseur de la cloison qui les sépare.	*	.	.	Mont Gargano. Égypte.
- id., var. *a*.	Nous considérons provisoirement comme une variété *minor* une coquille plus petite que la précédente et déprimée; sa largeur est de 3 1/2 à 4 millim.; elle est couverte de côtes rayonnantes, nombreuses, arquées ou flexueuses, bifurquées et très finement granuleuses. Quelquefois ces plis se terminent à une sorte de bourrelet lisse qui circonscrit la coquille. Les granulations sont parfois groupées confusément vers le milieu du disque.	*	.	.	Le Puget, Rocca Esteron (comté de Nice). - Sinde?
- id., var. *b*.	Cette variété *minima* n'a que 2 1/2 millim. de diamètre; les côtes, moins nombreuses que celles de la précédente, sont plus prononcées et plus régulières.	*	.	.	Roumélie. - Chilli (côte nord de l'Asie mineure).
- *distans*.	Desh., Mém. Soc. géol., vol. III, pl. 5, f. 20, 22, 1838. — L. Rousseau, *Descript. des principaux fossiles de la Crimée* (Voyage dans la Russie mérid., etc., Atlas, pl. 2, f. 5). Voyez *suprà*, à la *N. complanata*, ce qui a été dit des rapports de cette espèce.	*	.	.	Crimée.
- *elegans*.	Sow., pl. 538 (figures de droite, de gauche et coupe du milieu). Nous avons longtemps hésité à séparer cette Nummulite de la *N. planulata*, avec laquelle on la trouve ordinairement, et dont elle pouvait être l'état adulte ou très âgé; mais le manque de passages suffisants entre l'une et l'autre,	.	.	*	Biaritz. - Le Kressenberg. - Chilli, Zafranboli (Asie mineure). Bassin de la Seine et du Hampshire

	l'extrême abondance de la *N. planulata* et la rareté comparative, quelquefois même l'absence complète de la *N. elegans* dans des bancs exclusivement composés de sa congénère, nous ont déterminé à la maintenir comme espèce distincte.				avec la *N. planulata*.
- *garanciana*....	Jol. et Leym., Mém. sur les Num., pl. 1, f. 9, 10, 11, 12; pl. 2, f. 8. Nous ne connaissons pas cette espèce, que les auteurs n'ont point décrite.	*	.	.	Garans (Landes).
- *garumnæ*.	Tallav. .... Nous ne connaissons pas cette espèce, qui n'est encore ni décrite ni figurée.	*	.	.	Commelles, Boussan (Haute-Garonne).
- *intermedia*.....	D'Arch., vol. II, p. 199, 1846; id., vol. III, pl. 9, f. 23, 24, 1850.— *N. lens*, Defr. (collection).	*	.	.	Santander. - Biaritz, Bayonne, l'Herté, etc. (Landes). - Ventimiglia, Rocca Esteron. - Sonthofen? - Le Vicentin. - Chaîne côtière de la mer Noire. - Ain-zarka(Haut-Liban), Kéban-Maden(Taurus), col de Khialanek, au nord-ouest de Téhéran (Perse).
- *irregularis*. ...	Desh., Mém. Soc. géol., vol. III, pl. 6, f. 10, 11, 1838. - *non* id. Michelotti, *Saggio storico*, etc., p. 44, 1841. Cette coquille, dont on ne connaît encore qu'un échantillon, paraît être une monstruosité individuelle.	*	.	.	Crimée.
- *lævigata*......	Lam., Ann. du Mus., vol. VIII, pl. 62, f. 10; Defr.; Sow., pl. 538, f. 1; d'Orb., p. 129; *non* id., Pusch, *Polens pal.*, pl., 12, f. 16 *a*, *b*. — Scheuchz., pl. 8, f. 42? Knorr, pl. A, VIII, f. 1-18; les *Lapis frumentarius* et *Salicites helveticus*, Corn., Nic., Langy, pl. 18, et le *Phacites*, de Blumenb., pl. 40, f. 3, comprennent peut-être cette espèce? Mercati, p. 285? *Helicites*, Guett., Mém., vol. III, pl. 13, f. 1-10 et 20; Discholite numismale, Fortis, vol. II, pl. 1, f. *p*, *q*, *r?* et pl. 4, f. 3; de Roissy, *loc. cit.*, p. 55, y rapporte les Camérines lisses, striées et tuberculeuses de Brug. (les deux dernières appartiennent à la *N. scabra*) et les Discholites, de Fortis, vol. II,	.	.	*	Murcie. - Biaritz, Pau. - Cap la Mortela (var. *e*). - Sonthofen, le Kressenberg, Mattsee. - Ronca, Brendola, monte Viale. - Dalmatie? - Mont Gargano. - Zafranboli; entre Kut-chub-Bourlou et Dinner (Asie mineure). - Entre Kéban-Maden et Kharput (Taurus central). - Col de Khialanek, au nord-ouest de Téhéran (Perse). Dans le bassin de la Seine elle caractérise constamment

	pl. 1, f. *a*, *z*, dont plusieurs appartiennent à d'autres espèces; *Camerina lævigata*, Bosc, Hist. nat. des coq., vol. V, p. 185; Parkins., *Organ. rem.*, vol. III, pl. X, f. 13-16; *N. denarius*, Montf., (indét.); *Lenticulites denarius*, *mamillaris*, et peut-être *phaciticus*, Schlot., *Die petrefact.*, etc., p. 89; *N. nummiformis*, Defr., Alex. Brong., Mém. sur le Vicentin, p. 51; *N. rhomboidalis*, Schafh. (*Neu. Jahrb.*, 1846) (c'est une variété); *N. lenticularis crassa*, id., ib., p. 418. — MM. Joly et Leymerie (Mém. sur les Num., 1847) et M. Carpenter (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 21, 1849) se sont occupés de l'organisation intérieure de cette espèce.				le calcaire grossier inférieur, ou glauconie grossière; dans celui de la Belgique, son horizon est moins nettement tranché; dans celui du Hampshire, elle appartient aux sables de Bracklesham, parallèles au calcaire grossier (Prestwich).
— id., var. *a*.....	*depressa*. Elle appartient surtout aux sables de Bracklesham.				
— id., var. *b*.....	*crassa*, *N. aturica*, Jol. et Leym., Mém. sur les Numm., pl. 2, f. 9, 10, 1847.	*	.	.	Columbres (Asturies). - Montfort, Bastennes (Landes).
— id., var. *c*.....	*N. globularia*, Lam.; id., Defr.; id., d'Orb.; Fortis, *loc. cit.*, vol. II, pl. 1, f. *s*, *t*.	.	.	*	Cap la Mortela? - Asie mineure. Bassin de la Seine avec le type de l'espèce.
— id., var. *d*.....	*N. rotula*, Defr.; Discbolite, Fortis, vol. II, pl. 1, f. *u*, *v*.	.	.	*	Asie mineure. Bassin de la Seine avec les précedentes.
— id., var. *e*.....	*secans*, grande, bombée au centre et à bords très tranchants.	.	.	.	Cap la Mortela.
— *Lucasiana*.....	Defr. (collection); *N. lenticularis*, Al. Roua., pl. 14, f. 11; *non* id., Bronn, p. 1139, pl. 27, f. 22; *non* id., Boub.; *non Lycophris* id., Montfort, p. 159, pl. 158; *non Nautilus* id., Ficht. et Moll, pl. 7, f. *a*, *b*. M. Alexandre Rouault, n'ayant eu qu'un seul échantillon de la coquille qu'il a décrite, et qu'il a bien voulu nous confier ensuite, a été conduit à un rapprochement qui ne nous paraît pas admissible. Le *Lycophris lenticularis* n'est point un foraminifère, mais un polypier comme le *L. Faujasii*, Defr. (Numismale lenticulaire, Fauj.), et M. Bronn (*Let. geogn.*, p. 710) a fait à ce sujet une multitude de rapprochements erronés qui n'ont pas été rectifiés dans son *Index palæontologicus*. Nous devions donc,	*	.	.	Columbres. - Pau. - Les Corbières? - Valdagno (Véronais). - Asie mineure.

	pour éviter de nouvelles erreurs, abandonner le nom de *lenticularis* dont on a tant abusé, pour adopter celui que M. Defrance avait depuis longtemps donné à cette espèce dans sa collection. Cette Nummulite, dont la forme et la dimension rappellent la *N. Ramondi*, quoiqu'un peu plus conique sur ses deux faces, offre rarement les tubercules en relief, indiqués dans le dessin de M. Rouault. Presque toujours, ils sont usés et représentés par des points ronds qui se détachent en clair sur le fond, et groupés vers les sommets, les plus gros au centre. Les plis droits divergents sont filiformes, comme dans la *N. Ramondi*. La forme de la coquille la distingue facilement des individus jeunes des *N. spira* et *scabra*, ainsi que d'une autre espèce ou variété fort petite, déprimée, lisse [Tournissau (Aude)], pourvue de ponctuations au centre lorsqu'elle est usée. Le muséum d'hist. nat. de Paris possède de très bons échantillons de la *N. Lucasiana*, étiquetés seulement comme venant d'Italie.				
— *mamillata*.....	D'Arch., Bull., 2e sér., vol. IV, p. 1010, 1847; id., vol. III, pl. 9, f. 18, 1850; id., var. *a*, Al. Roua., pl. 14, f. 9; — *non* id., de Roissy, *loc. cit.*, p. 57; *non* id., Ruttimeyer, Arch. des sc. nat. de Genève, vol. VII, 1848.	*	.	.	Gibret, Baigtz (Landes). Var. *a*. Pau.
— *Molli*.........	D'Arch., *Nautilus lenticularis*, Ficht. et Moll, pl. 7 f. *c*, *d*, *e*, *f*, var. γ. Coquille lenticulaire, épaisse, régulièrement bombée; surface unie; spire régulière de 9 à 10 tours sur un diamètre de 6 millimètres. Tours assez rapprochés; lames épaisses; cloisons minces, nombreuses, faiblement arquées; centre constamment vide. La coupe perpendiculaire rappelle celle des grandes variétés déprimées de la *N. Ramondi*. Cette espèce est d'ailleurs bien caractérisée, et la figure à laquelle nous la rapportons en donne une idée suffisante.	*	.	.	Mont Gargano. — Transylvanie.
— *moneta*.......	Voyez *posteà*, p. 243, *N. spira*.... Nous rétablissons ici le nom que doit porter l'espèce ainsi désignée et mise à sa véritable place par de Roissy, longtemps avant que M. Defrance lui imposât un autre nom. Les premières feuilles de ce volume étaient tirées lorsque nous vîmes la nécessité de cette rectification qui n'a pu être faite dans le texte qu'à partir de la p. 97.				
— *Murchisoni*....	Brunn. (mss.)................. Cette espèce est nouvelle sans aucun doute; mais nous n'en avons encore vu que des coupes verticales. Elle est remarquable par l'extrême minceur de son bord. Renflée au centre où son épaisseur est de 2 mill., son diamètre est de 15 mill. Le petit nombre des lames ou couches qui la composent (4 au plus) est aussi un caractère qui la distingue de toutes les autres, et fait supposer une	*	.	.	Le Bolgheu, près Sonthofen. — Val Néra?

	spire d'une largeur comparable à celle des Operculines. Cette présomption semble justifiée par un fragment du val Néra qui paraît se rapporter à cette espèce, et dont la surface est ornée de côtes flexueuses, régulières, saillantes et très rapprochées.				
- *nummiformis*...	Schafh., *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 406; *non* id., Defr., Alex. Brong., p. 51. Voyez *antè*, p. 235, *N. complanata*.	*	.	.	Égypte.
- *obtusa*........	Jol. et Leym., Mém. sur les Numm., pl. 1, f. 13, 14; pl. 2, f. 3, 4, 1847; — *non* id., J. de C. Sow., pl. 24, f. 14, 1840. Cette coquille, que MM. Joly et Leymerie n'ont pas décrite, et dont les figures laissent beaucoup à désirer, ne paraît pas être éloignée de la suivante.	*	.	.	Dax.
- *perforata*......	D'Orb., *loc. cit.*, 1825; — *Egeon perforatus*, Denis de Montfort, Conch. syst., p. 167; *Nautilus lenticularis*, Ficht. et Moll, pl. 7, f. *h*, var. 6; *N. lævigata*, Pusch, *Polens pal.*, pl. 12, f. 16 *a*; *N. globosa*, Ruttim., *loc. cit.* Les figures que l'on a données de cette espèce ne représentent que le jeune âge; à l'état adulte, elle atteint 24 mill. de large, et sa forme, de globuleuse qu'elle était, devient déprimée. Les lames, très nombreuses, très épaisses et plus rapprochées que dans aucune autre Nummulite, rendent les cellules comme écrasées. Les cloisons sont d'ailleurs très espacées, très obliques et arquées. Les linéoles de la surface sont beaucoup plus flexueuses et en zigzag que dans le jeune âge, où elles divergent assez régulièrement des sommets. Les perforations, plus nombreuses aussi, n'affectent aucune symétrie. Le dessin de Pusch montre bien qu'elle est vide au centre, mais les rayons *interrupteurs* ou *piliers* ont été omis; les échantillons un peu altérés du Fahneren mettent en évidence ce dernier caractère.	*	.	.	Columbres. - Col du Lauzanier. - Fahneren (Appenzell), Gemmenalp, le Hacken.-Zakopane (Carpathes), Claudiopolis (Transylvanie), Koscielisko, Kubinska Skala (Tatra), la Bukowine, le Siebenbürgen, etc. Haut-Liban?? - Ile de Candie.
- *planulata*.	D'Orb., *Lenticulites* id., Lam., 1804; id., Defr.; id., Schlot.; *Helicites*, Guett., Mém., vol. III, pl. 13, f. 28; Burtin, Oryct. de Bruxelles, pl. 22, f. C; *Nummularia elegans*, Sow., pl. 538, f. 2 (les trois plus petites seulement).	.	.	*	Biaritz, Pau. - Les Corbières? - Val Néra? - Croatie. - Cap Kara-Bournou (côte nord de la Roumélie). Dans le bassin de la Seine et jusqu'à Tournay elle forme un horizon aussi constant, vers le haut des sables inférieurs, que la *N. lævigata*, à la base du calcaire

					grossier; au delà, comme dans le bassin du Hampshire, elle paraît être associée à cette dernière.
— *polygyrata*. . . .	Desh., Mém. Soc. géol., vol. III, pl. 6, f. 10, 11; L. Rousseau, Voy. dans la Russie mérid., pl. 2, f. 4. Voyez *suprà*, p. 234 à la *N. complanata*.	*	.	.	Gemmenalp, etc. — Crimée.
— *Puschii*.	D'Arch., *N. lævigata*, Pusch, *Polens palaeo.*, pl. 12, f. 16 *b*. Cette espèce, que Pusch a confondue d'abord avec la *N. lævigata*, puis avec la *N. perforata*, en prenant la coupe transversae, f. 16 *b*, comme appartenant à la coquille dont il donne la coupe perpendiculaire, f. 16 *a*, se trouve en effet constamment associée avec cette dernière, ce qui facilite d'ailleurs leur comparaison. La *N. Puschii*, dont nous ne connaissons bien que l'intérieur, est plate et atteint un diamètre de 25 millim. Sa spire est large, composée de 16 tours; les lames très minces; les cloisons minces, assez arquées et assez espacées. Or, tous ces caractères font le contraste le plus parfait avec ceux de la *N. perforata*.	*	.	.	Zakopane (Carpathes), et sans doute la plupart des localités citées par Pusch.
— *Ramondi*.	Defr., 1825; — mentionnée par Deluc, (Journ. de phys., vol. LVI, p. 337; et LIV, p. 176, 1802). *Lenticulites globulatus*, Schlot., *Die petrefact.*, p. 89, 1820; *N. lenticularis*, Boub., 1834; *N. rotularius*, Desh., Mém. Soc. géol., vol. III, pl. 6, f. 10, 11, 1838; *N. globulus*, Leym., pl. 13, f. 14, 1846. L'absence de figure et d'une description suffisante, la caractéristique de M. Defrance ne s'appliquant qu'à une variété *minor*, le manque de description et de figures avec la désignation de M. Boubée, de même que la description et les dessins incomplets de M. Deshayes, devaient empêcher M. Leymerie de reconnaître sa *N. globulus* dans celle qui avait déjà reçu trois noms. C'est d'ailleurs une espèce remarquable par sa grande extension géographique.	*	.	.	Malaga. - Pau, Bastennes. - Les Corbières, St-Laurent-de-Gosse, la montagne Noire. - Brauss, Rocca-Esteron, le Puget, Rouaine, Barrême, le col du Lauzanier. - Thone. - Bex, montagne de Six d'Argentine, les Diablerets, la Gemmenalp, le Ralligstœcke, le Hacken, Beatenberg, Habkeren, Einsielden, etc. (Suisse). - Le Kressenberg. - Vérone? val Néra? mont Bolca, bords de l'Adda près Paderno, Gassino, Castellazzara (Toscane). - Dalmatie, Raguse. - Au nord d'Enos, côte occidentale de la mer

					de Marmara, Balouk Keul. - Crimée. - Zafranboli, mont Karamass (Asie Mineure). - Ile de Candie, entre Gumuch-Hana et Baiburt (versant nord-ouest du Taurus), environs de Kéban-Maden et de Kharput (Taurus central). - Ainzarka (Haut - Liban). - Versant nord de l'Elbourz et col de Khialanek (Perse). - Chaîne d'Hala (Sinde). - Djaritz (Maroc).
- id., var.	*minor*	*	·	·	Le Mont-Perdu. - Gap. - Mattsee. - Égypte.
- *Ruttimeyeri*	d'Arch., *N. mamillata*, Ruttim., Bibl. univ. de Genève, nov. 1848; *Nautilus mamilla ?* Ficht. et Moll, pl. 5, f. *a*, *b*, *c*. Nous devons à l'obligeance de M. Favre la connaissance de la coquille ainsi désignée par M. Ruttimeyer, qui d'ailleurs n'en a donné ni description ni figure. Elle nous paraît être bien voisine de la *N. Ramondi* dont elle pourrait constituer une variété. Les échantillons, fort nombreux à San Dalmazzo, sont parfaitement conservés; mais ceux des mines de charbon de la Gemmenalp sont altérés d'une manière assez particulière, le sommet du mamelon persistant après que les couches qui l'entouraient ont disparu.	*	·	·	San Dalmazzo, cap la Mortela, (comté de Nice). - Mines de la Gemmenalp. - Environs du lac de Neusiedler ?
- *sabothi*	Tallav. Nous ne connaissons pas cette espèce qui n'est encore ni figurée ni décrite.	*	·	·	Pradelles (Aude), mont Saboth (H^te-Garonne).
- *scabra*	Lam., 1804; id., Defr., 1825. — *Helicites*, Guett., Mém., vol. III, pl. 13, f. 11-15, 22 et 23; *Camerina striata* et *tuberculosa*, Brug.; id., Bosc, *loc. cit.*, vol. V, p. 185 (cite à tort les f. 322 et 323 de Bourguet, représentant une Cyclolite; la f. 321 seule est une Numm.); Lenticulite numismale, Deluc, Journ. de phys., vol. LIV, pl. 1, f. 1, 2, 3, 1802; id. *phaciticus*, *antiquus* et *nautiloides*, Schlot., p. 89, 1820 (dans la synonymie de son *L. scabrosus*, Schlotheim, cite à	·	·	*	Les Corbières ? - Cap la Mortela, Rocca-Esteron. - Mattsee. - Environs de Zafranboli et mont Karamass (Asie Mineure). - Entre Van et Jézirah et à Tchanlu - Kilissé (Perse). - Béloutchistan, chaîne d'Hala, Cutch (Inde). - Égypte. Bassin de la Seine et Belgique; même

	tort le *Lycophris lenticularis*, de Montf., pour la *N. scabra*); *Phacites*, Blumenb., pl. 40, f. 1, 2; *Nummularia acuta*, J. de C. Sow., pl. 24, f. 13, 1840; *N. elliptica*, Schafh., *loc. cit.*, 1846. Cette espèce, bien caractérisée, présente les mêmes variations de formes et de dimensions que la *N. lævigata* qu'elle accompagne fréquemment. La description de Lamarck est d'ailleurs d'une exactitude parfaite, sauf l'omission des *piliers*, semblables à ceux de la *N. perforata*. Pusch indique la *N. scabra* de Koscielisko et de Zakopané comme synonyme du *Lycophris lenticularis* de Montf.; mais la f. 19, pl. 12 (*Pôlens palæo.*, etc.) est trop mauvaise pour décider en quoi consiste l'erreur. La *N. scabra* est une des espèces qui ont la plus grande extension géographique.			gisement que la *N. lævigata*.
— id., var.	*maxima*. .... Peut-être cette variété, mieux connue, pourra-t-elle constituer une espèce; ses dimensions plus grandes et ses granulations plus fines la distinguent du type.	*		Rocca-Esteron (comté de Nice).
— id., var.	*globularis* et *rotula*.		*	Asie mineure. Avec le type de l'espèce comme dans le bassin de la Seine.
— spira	De Roissy, Hist. nat. des moll., vol. V, p. 57, 1805. — Lenticulaire numismale, Deluc (Journ. de phys., vol. LIV, pl. 1, f. 8, 9, 1802); Dischelite, Fortis, vol. II, pl. 2, f. P, Q, 1802; *Nummularia complanata*, Park., *Organ. rem.*, vol. III, pl. 10, f. 21, 27, 1811; *N. planospira*, Boub. 1831; *N. moneta*, Defr., 1825; *N. placentula*, Desh., Mém. Soc. géol., vol. III, pl. 6, f. 8, 9, 1838; *mala* (représentée d'après un seul individu jeune et fruste); *N. exponens*, J. de C. Sow., pl. 61, f. 14, 1840; *N. granulosa*, d'Arch., vol. III, pl. 9, f. 19-22, var. *a*, *b*, *c*, 1847-50; id., var. *d*, Al. Roua., pl. 14, f. 20; *N. assilinoides*, Ruttim., *loc. cit.* 1848. Nous avons pu nous assurer que les *N. moneta* Defr. et *planospira*, Boub., étaient identiques et devaient constituer une cinquième variété, ou variété *e*, qui a été figurée par Fortis, pl. 11, f. P. La plupart des tours de spire sont en relief et détachés, formant une sorte de bourrelet continu. Il n'y a de granulations que vers le centre où elles sont obsolètes. Les bords sont ondulés et relevés. Il y a	*		Malaga, Alicante? Columbres (diverses var.), vallées de la Bielsa et de la Cinca. - Biaritz (var. *a*), Baigtz, Brassempouy, Gibret, etc. (diverses var.), Pau, var. *c*, *d*. - Cirque de Gavarni (Hautes-Pyrénées). - Ventimiglia, la Mortela (type et var. *e*), Rocca-Esteron (type). - Seewen, Unterwald, le Hacken, Einsiedeln (Schwitz), le Fahneren, var. *d* (Appenzell). - Sonthofen, Siegsdorf (type). - Frioul, val Néra, var. *d*? Ronca. - Mont Gargano, var. *b*. - Dalmatie, Iles de Veglia et de Pago, Croatie. - Hongrie, var. *d*. — Crimée.

	d'ailleurs de nombreux intermédiaires depuis celles où l'on n'aperçoit au dehors les tours de spire à aucun âge jusqu'à celles où presque tous sont apparents. Le relief des granulations et des cloisons n'est pas moins variable. Dans la variété *d*, ces dernières forment des côtes à la surface, et présentent en miniature l'aspect de certaines Ammonites de la famille des *Arietes*. Peut-être devra-t-elle être réunie à l'*Assilina planospira* que nous avons établie avec doute sur des échantillons mal conservés ? (V. *antè*, p. 239, *N. moneta*.)				- Environs de Zafranboli et mont Karamass (Asie Mineure) (type). - Haut - Liban? - Chaîne d'Hala, Cutch (type), monts de Lahour, au nord du Bengale. - Égypte, var. *d* ?
- *spissa*........	Defr., 1825. — Lenticulaire numismale, Deluc, Journ. de phys., vol. LIV, p. 173, pl. 1, f. 10, var. f, 4, 1802); Mercati, p. 285? Parkinson, *Organ. rem.*, vol. III, pl. X, f. 17, 18 (*optima*), 1811; *Numm. crassa*, Boub., Bull. nouv. gis. de France, 1re liv., 1831; *N. obtusa*, J. de C. Sow., pl. 24, f. 14 *a*, 1840; *non* id., Jol. et Leym. (Mém. sur les Numm., pl. 1, f. 13, 14); *N. crassa*, d'Arch., vol. III, pl. 9, f. 16 B, 1850; *non* id. *lenticularis crassa*, Schafh. (*Neu. Jahrb.*, p. 418, 1846). Cette espèce très polymorphe, qui devient quelquefois presque globuleuse ou bien réniforme, partage avec la précédente le privilége d'être extrêmement répandue d'un bout à l'autre de la zone nummulitique, depuis les côtes de l'océan Atlantique jusqu'aux frontières de la Chine.	*	.	.	Columbres, Tarragone. - Biaritz, Peyrehorade, Brassempouy, Baigtz, Montfort, etc. - Cap la Mortela, Brauss (comté de Nice). - Vérone, Vicentin. - Hongrie. - Ile de Candie. - Col de Khialanek, au nord-ouest de Téhéran (Perse). - Chaîne d'Hala (Sinde), Cutch. - Monts de Lahour, au nord du Bengale. - Égypte (sarcophage du musée de Paris, D, 5). - Toumietz (province de Constantine).
- *variolaria*.....	Lenticulites id., Lam., 1804; id., Defr., 1825; *Nummularia* id., Sow., pl. 538, f. 3. La petitesse de cette coquille et la nécessité d'avoir de très bons échantillons pour la distinguer de ses congénères et surtout de la *N. planulata* sont sans doute cause du petit nombre de localités où nous pouvons la signaler.	.	.	*	Biaritz. - Leptsch (Hongrie, d'après Schlot.). - Chilli (côte nord de l'Asie mineure). - Entre Van et Djézirah (Perse)? Caractérise l'horizon des sables moyens dans le bassin de la Seine; se trouve avec la *N. lævigata* dans celui de la Belgique, et dans le Hampshire.
- *vasca*.........	Jol. et Leym., Mém. sur les Numm., pl. 1, f. 15, 16, 17, et pl. 2, f. 7. Nous ne connaissons point cette espèce que les auteurs n'ont pas décrite.	*	.	.	Biaritz.

- indét.	Tallav.	*	.	.	Pradelles (Aude).
Assilina.	D'Orb.				
- *planospira*.	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 17, 1846, *non Nummulites* id., Boub. Nous conservons quelques doutes sur les caractères de cette coquille qui serait peut-être encore une des nombreuses variétés de formes de la *N. spira*.	*	.	.	Biaritz, Buchuron (Landes).
Operculina.	D'Orb.				
- *ammonea*.	Leym., pl. 13, f. 11, 1846.	*	.	.	Biaritz, Pau. - Les Corbières, Haute-Garonne. - Rocca-Esteron, Gap. - Gemmenalp. - Sinde ?
- *Boissyi*.	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 26, 1850.	*	.	.	Malaga. - Buchuron (Landes), Pau. - Tarzo (Bellunais). - Côte ouest de la mer de Marmara.
- *canalifera*.	D'Arch. mss.	.	.	.	Sinde.
- *granulosa*.	Leym., pl. 13, f. 12, 1846. M. Ruttimeyer ne pense pas que cette espèce soit etablie sur des caractères constants.	*	.	.	Biaritz, Pau. - Les Corbières. - San Dalmazzo.
- *Guettardi*.	D'Arch., Hélicite, Guett., Mém., vol. III, pl. 13, f. 18, 19, 20.	*	.	.	Rotaine (Basses-Alpes).
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Zakopane (Tatra).
- indét.	Ruttim.	.	*	.	Mines de Beatenberg, le Ralligstœcke (Berne).
- indét.	(Prise par M. Ruttimeyer pour l'*O. complanata*, d'Orb. (*Lenticulites* id., Bast.), Defr.).	.	*	.	Le Ralligstœcke.
- indét.	Ruttim.	*	.	.	Einsiedeln (Schwitz).
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Benidara (Maroc).
Nodosaria.	Lam.				
- *enneagona*.	Al. Roua., pl. 14, f. 12.	*	.	.	Pau.
- indét.	Ruttim.	.	*	.	Suisse.
Alveolina.	D'Orb.				
- *elliptica*.	D'Arch., *Fasciolites* id., J. de C. Sow., pl. 24, f. 17. — Deluc, Journ. de phys., vol. LIV, pl. 1, f. 11, 12?	*	.	.	Malaga. - Cutch, Sinde, monts de Lahour, au nord du Bengale.
- *longa*.	Czjzek, *Beitr. zur Kenntniss*, etc. (*Naturwiss. Abhandl.*, etc.), vol. II, pl. 12, f. 34, 35, 1848.	*	.	.	Le Waschberg. - Istrie - Mont Postale (Vicentin). - Zafranboli, mont Boglan (Asie Mineure).
- *subpyrenaica*.	Leym., pl. 13, f. 9; Discholite sphéroïde allongée, Fortis, pl. 3, f. 8.	*	.	.	Haute-Garonne, les Corbières, la montagne Noire. - Le Schratten, Laybach. - Mont Postale. - Zafranboli (Asie Mineure). -

					Ainzarka (Haut-Liban).
- id., var.	*globosa*, id. pl. 13, f. 10. Paraît être l'*A. melo*, d'Orb., *Nautilus* id., Ficht. et Moll, pl. 24, f. *a*, *f*.	*	.	.	Haute-Garonne, les Corbières, la montagne Noire. - Basse - Autriche, lac de Neusiedler, Transylvanie, etc.
- indét.	Tallav.	.	*	.	Marsoulas (Haute-Garonne).
Biloculina.	D'Orb.				
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Malaga.
Triloculina. . . .	D'Orb.				
- indét.	Ruttim., *loc. cit*.	.	*	.	Suisse.
Quinqueloculina.	D'Orb.				
- indét.	Ruttim.	.	*	.	Mines de Beatenberg et de Gemmenalp.
Polystomella. . .	Lam.				
- indét.	Ruttim	.	*	.	Suisse.
Heterostegina. . .	d'Orb.				
- *reticulata*. . . .	Ruttim.	*	.	.	Gemmenalp.
Polymorphina. .	D'Orb.				
- indét.	Ruttim.	.	*	.	Suisse.
Guttulina.	D'Orb.				
- indét.	Ruttim.	.	*	.	Suisse.
Milliolites indét. .	Tallav.	.	*	.	Mont Alaric (Aude).
RADIATA.					
STELLERIDEA.					
Asterias	Lam.				
- *Des Moulinsii*. .	D'Arch., vol., III, pl. 10, f. 1. . . .	*	.	.	Biaritz.
- indét	Bell.	.	*	.	Nice.
CRINOIDEA.					
Pentacrinites. . .	Mill.				
- *didactylus*.	D'Orb., d'Arch., vol. II, pl. 5, f. 16, 18.	*	.	.	Biaritz. - Spalatro. - Vicentin.
- indét.	D'Arch., ib., pl. 5, f. 19.	.	*	.	Ib.
- indét.	Neugeb.	.	*	.	Porcsesd, au nord d'Hermanstadt.
Bourgueticrinus.	D'Orb.				
- *Thorenti*.	D'Arch., vol. II, pl. 5, f. 20; vol. III, pl. 9, f. 27-32; Al. Roua., pl. 14, f. 13-14.	*	.	.	Columbres. - Biaritz, Pau.
- indét.	Id.	.	*	.	Valdagno (Vicentin).
ECHINODERMATA.					
Cidaris.	Lam.				
- *gothorum*	Tallav. . . . . Cette espèce qui n'est ni décrite ni figurée nous est inconnue.	*	.	.	Pradelles (Les Corbières).
- *nummulitica*. . .	Eug. Sism., mss	*	.	.	Nice.
- *Vernouili*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Chaîne d'Hala (Sinde).

Baguettes.	*acicularis*	D'Arch., vol. III, pl. 10, f. 5	*	.	-	Biaritz.
	incerta	Id., ib., pl. 10, f. 11	*	.	.	Ib.
	interlineata	Id., ib., ib., f. 10	*	.	.	Ib.
	prionata	Id., vol. II, pl. 7, f. 3; vol. III, pl. 10, f. 2.	*	.	-	Ib.
	semiaspera	Id., ib., pl. 7, f. 18; ib., pl. 10, f. 3.	*	.	.	Ib.
	serrata	Id., vol. III, pl. 10, f. 6, *an varietas?* Park., *Organ. rem.*, vol. III, pl. 4, f. 12.	*	.	.	Ib. - Vérone? - Béloutchistan? - Égypte?
	striato-granosa	Id., ib., ib., f. 7	*	-	.	Ib.
	subcylindrica	Id., ib., ib., f. 8	*	.	.	Ib.
	sublævis	Id., ib., ib., f. 9	*	.	.	Ib.
	subprionata	Al. Roua., pl. 14, f. 15	*	.	.	Pau.
	subserrata	D'Arch., vol. III, pl. 10, f. 12	*	.	.	Biaritz.
	subularis	Id., vol. II, pl. 7, f. 17; vol. III, pl. 10, f. 4.	*	.	-	Ib.
	indét.	Id. mss.	.	*	.	Ib.
	indét.	Id. mss.	.	*	.	Ib.
	indét.	Id. (plusieurs espèces).	.	*	.	Sinde.
Hemicidaris.		Agass.				
	- *Archiaci*	Eug. Sism	.	*	.	Nice.
Diadema		Gray.				
	- *arenatum*	D'Arch., vol. III, pl. 10, f. 14	*	.	.	Biaritz.
	- *dilatatum*	Agass., Échin. de la Suisse, pl. 16, f. 16-18.	*	.	.	Urachhorn (Oberland Bernois). - Castel-Gomberto.
Cyphosoma		Agass.				
	- *nummuliticum*	D'Arch, mss.	*	.	.	Sinde.
	- indét.	Id. Le seul échantillon connu est très voisin des *C. corollare* et *magnificum*, mais trop fruste pour qu'on puisse prononcer sur son identité avec l'un ou l'autre.	.	*	.	Biaritz.
Cœlopleurus		Agass.				
	- *Agassizii*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 2; vol. III, pl. 10, f. 15.	*	.	.	Ibid.
	- *equis*	Agass., Valenciennes, Encyclop. méth., pl. 140, f. 7, 8; *Echinus stellatus*, Defr.; *Cidaris coronalis*, Klein.	*	.	.	Ib. - Espagne.
Salmacis		Agass.				
	- *van den Heckei*	Id. et Des., p. 55.	*	.	.	Nice.
Temnopleurus		Agass.				
	- *Valenciennesii*	D'Arch., mss.	*	.	.	Chaîne d'Hala (Sinde).
	- *Rousseaui*	Id., mss.	*	.	.	Ib.
Echinus		Linné.				
	- *dubius*	J. de C. Sow., pl. 24, f. 18	*	.	.	Ib. Cutch.
	- indét.	D'Arch.	.	*	.	Ib.
	- indét.	D'Arch.	.	*	.	Ib.
Clypeaster		Lam.				
	- *depressus*	J. de C. Sow., pl. 24, f. 26	*	.	.	Province de Cutch.
	- *halaensis*	D'Arch., mss.	*	.	.	Chaîne d'Hala (Sinde).

- *oblongus*.	J. de C. Sow., pl. 24, f. 28.	*	.	.	Province de Cutch.
- *profundus*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *varians*.	J. de C. Sow., pl. 24, f. 21.	*	.	.	Cutch.
- indét.	Neugeb.	.	*	.	Porcsesd (Hongrie).
Scutella.	Lam.				
- *subtetragona*.	Gratl., Mém. sur les Oursins fossiles, pl. 1, f. 4; Agass., Monogr. des Scutelles, pl. 19, f. 7.	.	*	.	Biaritz. Formation tert. moyenne de Dax.
- indét.		.	*	.	Vicentin.
Echinocyamus.	Van Phels.				
- *alpinus*.	Agass., Monogr. des Scutelles, pl. 27, f. 41-43; *Fibularia* id., Échinod. de la Suisse, pl. 12, f. 1-3.	*	.	.	Cantons d'Unterwald et d'Uri.
- *annonii*.	Mer., Agass., Monogr. des Scutelles, pl. 27, f. 37-40.	*	.	.	Vérone.
- *planulatus*.	D'Arch., vol. III, pl. 10, f. 16.	*	.	.	Biaritz.
- *profundus*.	Agass. et Des., p. 83.	*	.	.	Suisse. - Le Kalisberg, près Trente.
Catopygus.	Agass.				
- *affinis*.	Agass., Tallav.	*	.	.	Aude.
- *parvulus*.	Id., id.	*	.	.	Aude.
Cassidulus.	Lam.				
- *testudinarius*.	Al. Brong.; pl. 5, f. 15.	*	.	.	Ronca.-Regensberg.
Pigaulus.	Agass.				
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 423.	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Id.	.	*	.	Entre l'Arda et la Maritza (Roumélie).
Pygorhynchus.	Agass.				
- *Brongniarti*.	Id., *Clypeaster* id., Gold., pl. 42, f. 3.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *crassus*.	Id. et Des., p. 103.	*	.	.	Brendola, Vérone.
- *Cuvieri*.	Id., *Clypeaster* id., Gold., pl. 42, f. 2.	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier du bassin de la Seine.
- *Delbosii*.	Des., d'Arch., vol. III, pl. 11, f. 1.	*	.	.	Montfort (Landes).
- *Desorii*.	D'Arch., ib., pl. 10, f. 18.	*	.	.	Biaritz.
- *heptagonus*.	Des., p. 103, *Nucleolites* id., Gratl.	*	.	.	Montfort (Landes).
- *Morrisii*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *scutella*.	Agass., *Nucleolites* id., Gold., pl. 43, f. 14; var. *inflata*, *N. testudinarius*, de Munst., Gold., pl. 43, f. 13; *Cassidulus scutella*, Lam.	.	.	*	Nice. - Vérone, Spalatro. - Porcsesd. Format. tert. de Westphalie.
- *sopitianus*.	D'Arch., vol. II, pl. 8, f. 5.	*	.	.	Biaritz.
- *subcylindricus*.	Agass., p. 103.	.	.	*	Le Kalisberg, près Trente. Calc. grossier du bassin de la Seine.
Pygurus.	Agass.				
- *coarctatus*.	Id. et Des., p. 105.	*	.	.	Nice. - Appenzell.
Echinolampas.	Gray,				
- *amygdala*.	Agass. et Des., p. 106.	*	.	.	Nice. - Égypte.
- *Beaumonti*.	Agass. et Des., p. 107.	*	.	.	Nice. - Vérone.

- *brevis*........	Id., id., p. 106...............	*	.	.	Appenzell.
- *curtus*........	Id., id., ib., *Echinolampas stelliferus*, id.; *E. eurypygus*, id.	*	.	.	Vérone.
- *Deshayesii*.....	Tallav....................	*	.	.	Comelles, Aurignac (Hautes-Pyrénées).
- *discoideus*.....	D'Arch., mss................	*	.	.	Sinde.
- *ellipsoidalis*....	Id., vol. II, pl. 6, f. 3..........	*	.	.	Biaritz. — Nice. — Mattsee, le Kressenberg.
- *Escheri*.......	Agass. et Des., p. 107; Échinod. de la Suisse, pl. 9, f. 7-9.	*	.	.	Appenzell, le Fahneren (Saint-Gall).
- *eurysomus*....	Id., Échinod. de la Suisse, pl. 9, f. 1-3.	*	.	.	Einsiedeln.
- *Francii*.......	Des., p. 106; *Clypeaster oviformis*, Defr.	.	.	*	Nice. Calc. grossier du Cotentin.
- *navicella*......	Tallav....................	*	.	.	Pradelles (Aude).
- *ovulum*.......	Id.......................	*	.	.	Ib.
- *politus*........	Des Moul.; *Clypeaster* id., Lam.; *Clypeus ellipticus*, Munst., Gold.?	*	.		Biaritz. - Nice. - Vérone. - Le Kressenberg. - Le Caire.
- *sindiensis*......	D'Arch., mss...............	*	.	.	Sinde.
- *spheroidalis*....	Id.......................	*	.	.	Ib.
- *Studeri*.......	Agass. et Des., p. 107; Échinod. de la Suisse, pl. 9, f. 4-6. Il y a sans doute quelque erreur dans les gisements que nous rapportons d'après MM. Agassis et Desor.	.	.	.	Sealp (Appenzell). Craie de la Jungfrau et form. terti. supér. de l'Astésan.
- *subdorsatus*....	Des., p. 106; *Echinolampas ellipticus*, Agass., *non* Gold.	*	.	.	Spalatro.
- *subsimilis*.....	D'Arch., vol. II, pl. 6, f. 4; figuré sous le nom de *Clypeaster affinis*, Gold., par M. J. de C. Sow., pl. 24, f. 20.	*	.	.	Biaritz. - Oberweiss, Traunstein.-Trente (le Kalisberg). - Cutch, Sinde. - Égypte (le Caire).
- *Vicaryi*.......	D'Arch., mss................	*	.	.	Sinde.
- indét..... ...	....		*		Vicentin.
- indét.........	D'Arch....................	.	*	.	Bounar-Hissar (Roumélie).
- indét.........	Id........................	.	*	.	Asie mineure.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Entre Van et Jézirah (Kurdistan).
Amblypygus....	Agass.				
- *Agenoris*......	Eug. Sism..................	*	.	.	Nice.
- *apheles*.......	Agass. et Des., p. 108..........	*	.	.	Vérone.
- *dilatatus*......	Id., id., p. 109..............	*	.	.	Crimée.
Conoclypus.....	Agass.				
- *æquidilatatus*...	Id. et Des., p. 109............	*	.	.	Le Kressenberg.
- *anachoreta*....	Id., Echinod. de la Suisse, pl. 10, f. 5-7; var. *C. microporus*, ib., ib., f. 8-10.	*	.	.	Nice. - Einsiedeln.
- *Bordæ*........	Id. ib., pl. 10, f. 14-15; *Galerites* id., Gratel., Mém. sur les Oursins foss., pl. 2, f. 1.	*	.	.	Dax.

- *Bouei*	Id., *Clypeaster* id., Gold., pl. 41, f. 7.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *conoideus*	Id. ib., pl. 16, f. 16; *Echinolampas Agassizii*, Dubois, Voy. autour du Caucase, pl. 1, f. 22-24; *Galerites conoideus*, Lam.; *Clypeaster* id., Gold., pl. 41, f. 8. La comparaison d'échantillons de différentes localités nous porte à croire qu'il y a plusieurs variétés distinctes et peut-être même des espèces confondues sous le même nom. Il faudrait posséder beaucoup d'individus de chaque gisement pour déterminer les limites des variations dans chacune d'elles; mais le volume de ces échinodermes empêche généralement d'en recueillir un assez grand nombre pour résoudre la question.	*	.	.	Columbres (Asturies). - Dax. - Montagne Noire. - Nice. - Einsiedeln, Appenzell. - Mattsee, le Kressenberg, Neukirchen. - Unter-Nugla (Istrie), Spalatro. - Vérone, Vicentin. - Bords du Salghir (Crimée). - Souédi (vallée de l'Oronte). - collines de Mokattam, près du Caire.
- *costellatus*	Agass., *C. conoideus* id., Cat. syst., p. 5.	*	.	.	Mattsee, le Kressenberg. - Crimée.
- *Duboisii*	Id. Echinodermes de la Suisse, pl. 10, f. 11-13.	*	.	.	Crimée.
- *Osiris*	Des., p. 109	*	.	.	Égypte.
- *ovum*	Agass., *Galerites ovum*, Gratel.; Oursins foss., pl. 2, f. 20; *Echinolampas* id., Des Moul.	*	.	.	Dax.
- ? *pulvinatus*	D'Arch., *Galerites* id., J. de C. Sow., pl. 24, f. 19. Nous plaçons ici avec doute un échinoderme dont la description et la figure sont très incomplètes, mais dont les caractères des ambulacres diffèrent trop de ceux des Galérites pour qu'on le laisse dans ce genre.	*	.	.	Cutch.
- *subcylindricus*	Agass., *Clypeaster* id., Munst.; Gold., pl. 41, f. 6. L'échantillon de la collection de M. de Verneuil, identique avec la figure donnée par Goldfuss, et provenant aussi du Kressenberg, nous a paru appartenir plutôt à la couche de marne chloriteuse et sableuse avec fossiles crétacés, qu'aux bancs à Nummulites. Nous ne citons pas le *C. marginatus*, Agass., Des., p. 109, dont la localité n'est pas indiquée.	*	.	.	Nice. - Saint-Gall. - Le Kressenberg.
Spatangus	Klein.				
- *depressus*	Duh., Voy. autour du Caucase, pl. 1, f. 16.	*	.	.	Crimée. - Bassin infér. de l'Araxes. - Côte orientale du golfe de Suez?
- *pendulus*	Agass. et Des., p. 114	*		.	Côte orientale du golfe de Suez.
- indét.	D'Arch.	.	.	.	Asie mineure.
Macropneustes	Agass.		.		
- *Ammon*	Id. et Des., p. 115	*		.	Égypte.
- *Beaumonti*	Id., id., p. 114	*		.	Montecchio - Maggiore (Vicentin).
- *pulvinatus*	Id., *Micraster* id., d'Arch., vol. II, pl. 6, f. 1.	*	.	.	Biaritz. - Mattsee, Oberweiss.

Eupatagus.	Agass.				
- *brissoides*.	Id., *Spatangus* id., Des Moul., Tabl. synopt., p. 292; *Spatangus punctatus*, Gratel., Oursins foss., pl. 1, f. 2.	*	.	.	Montfort (Landes).
- *carinatus*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *elongatus*.	Agass., *Spatangus* id., Eug. Sismonda; Echinod. foss. de Nice, pl. 2, f. 1.	*	.	.	Nice.
- *minimus*.	Eug. Sism., mss.	*	.	.	Ib.
- *navicella*.	Agass. et Des., p. 116.	*	.	.	Ib., Annot ?
- *ornatus*.	Id., *Spatangus* id., Defr.; Al. Brong., Descript. géol. des env. de Paris, pl. 5, f. 6; Gold., pl. 47, f. 2; *Spatangus tuberculatus*, Agass., Cat. syst., p. 2.	*	.	.	Biaritz. - Nice. -Vérone, le Kalisberg au nord de Trente.
- *patellaris*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *rostratus*.	Id.	*	.	.	Ib.
- *veronensis*.	Agass., *Spatangus* id.; Mér. et Agass., Catal. syst., p. 2.	*	.	.	Vérone.
- *Viquesneli*.	D'Arch.	*	.	.	Bounar-Hissar (Roumélie).
Brissus.	Klein.				
- *antiquus*.	Des., p. 120.	*	.	.	Aurignac (Haute-Garonne).
- *avellana*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- ? *elongatus*.	Id., *Spatangus* id., J. de C. Sow., pl. 24, f. 24.	*	.	.	Béloutchistan, province de Cutch.
- *helveticus*.	Agass., *Micraster* id., Echinod. de la Suisse, pl. 3, f. 19, 20.	*	.	.	Einsiedeln (Schwitz).
- *subacutus*.	Id. *Micraster* id., d'Arch., vol. II, pl. 7, f. 5.	*	.	.	Biaritz.
Brissopsis.	Agass.				
- *angustus*.	Agass. et Des., p. 121.	*	.	.	Egypte.
- *elegans*.	Id., d'Arch., vol. III, pl. 10, f. 20; *Spatangus grignonensis*, Desmar., Des Moul., Tabl. synon., p. 390. Il nous paraît fort douteux que le Brissopsis de Montfort soit le même que celui du terrain tertiaire inférieur des bords de la Gironde.	.	.	*	? Montfort (Landes). St-Estèphe, Saint-Palais, sur les bords de la Gironde.
- *contractus*.	Des. et Agass., p. 121.	*	.	.	Nice.
- *menippes*.	Eug. Sism., mss.	*	.	.	Ib.
- *oblongus*.	Agass. et Des.	*	.	.	Ib.
- *scutiformis*. . . .	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *Sowerbyi*.	Id.	*	.	.	Ib.
- id. var.	*depressa*.	*	.	.	Ib.
Hemiaster.	Des.				
- *Alarici*.	Tallav. (espèce ni décrite ni figurée).	*	.	.	Comelles (Haute-Garonne).
- *altissimus*.	Des., p. 125; *Micraster globosus*, Agass., Catal. syst., p. 2. C'est probablement à cette espèce qu'appartient un fort bel échantillon recueilli par M. Murchison au Val-Nera.	*	.	.	Saint-Mathias, Vérone, val Nera?

- *æquifissus*.....	Des., *Schizaster* id., Agass., Catal. syst., p. 3.	*	.	.	Le Kressenberg.
beloutchistanensis	D'Arch., figuré sous le nom de *Spatangus acuminatus*, Gold., par M. J. de C.Sow., pl. 24, f. 23.	*	.	.	Béloutchistan, Sinde, Cutch.
- *brevisulcatus*...	Des., *Micraster* id., Agass., Catal. syst., p. 2.	*	.	.	Montecchio - Maggiore.
- *complanatus*...	D'Arch., vol. III, pl. 2, f. 6......	*	.	.	Montfort (Landes).
- *digonus*.......	Id., mss....................	*	.	.	Sinde.
- *foveatus*......	Des., p. 125, *Schizaster* id., Agass., Catal. syst., p. 3.	*	.	.	Montfort (Landes).
- *globosus*......?	Des., *Spatangus* id., Risso.......	.	.	.	Cité par Tallavignes, dans les couches nummulitiques d'Alaric et dans la craie, sans nom de lieu.
- *latisulcatus*....	Des., p. 125.................	*	.	.	Egypte.
- *nucleus ?*......	Des., p. 122.................. Il est plus que douteux que cette espèce, dont on ne connait qu'un échantillon provenant de la base du second étage crétacé de la Saintonge, soit celle que Tallavignes a trouvée dans les couches nummulitiques de Comelles.	.	.	.	Comelles (Haute-Garonne). Craie de Thaims (Char.-Infér.)
- *obesus*........	Des., *Spatangus* id., Leym., pl. 13, f. 15.	*	.	.	Montagne Noire. - Nice. - Egypte.
- *subcubicus*.....	Tallav......................	*	.	.	Pradelles (Aude).
- *suborbicularis*..	Des., *Spatangus* id., Gold., pl. 47, f. 6.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *verticalis*......	Des., *Schizaster* id., Agass., d'Arch., vol. II, pl. 6, f. 2; *Schizaster cultratus*, Agass., Catal. syst., p. 3; var. *minor*, *Schizaster cerasus*, Agass., *loc. cit.*, p. 3. C'est probablement à tort que cette espèce a été citée à Saint-Palais près Royan.	*	.	.	Biaritz. - Oberweiss au nord et Gmunden.*
- indét.........	Tallav.	.	*	.	Aude.
- indét.........	D'Arch. (espèce voisine de l'*H. verticalis*).	.	*	.	Nebil-Keul (Roumélie).
Schizaster.....	Agass.				
- *ambulacrum*...	Agass., *Spatangus* id.; Desh., Coq. caractér., pl. 7, f. 4. Cette espèce, donnée d'abord comme caractérisant la craie des Pyrénées, et dont on connaît à peine quelques échantillons, n'a jamais été retrouvée à Biaritz ni ailleurs.	*	.	.	Biaritz?
- *djulfensis*.....	Dub., Voyage autour du Caucase, pl. 1, f. 14.	*	.	.	Nice. - Le Caucase, bassin infér. de l'Araxes.
- *obliquatus*.....	D'Arch., *Spatangus* id.; J. de C. Sow., pl. 24, f. 22.	*	.	.	Béloutchistan, Cutch
- *rimosus*.......	Des., d'Arch., vol. III, pl. 11, f. 5.	*	.	.	Columbres. - Biaritz. - Sinde?
- *subincurvatus*..	Agass. et Des., p. 127..........	*	.	.	Vérone. - Priabona.
- *Studeri*.......	Agass., Eug. Sismonda, Echinod. des env. de Nice, pl. 2, f. 4.	*	.	.	Nice. - Vérone.

- *vicinalis*.	Agass., d'Arch., pl. 11, f. 4; *Schizaster eurynotus*, Agass., Catal. syst., p. 3. Nous doutons que cette espèce ait été trouvée à Biaritz.	*	.	.	Biaritz? Saint-Palais, près Royan.
- indét.		.	*	.	Vicentin.
- indét.		.	*	.	Collines de Mokattam (Egypte).
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Nebil-Keuï (Roumélie).
Micraster	Agass.				
- *aquitanicus*.	Id., *Spatangus* id., Gratel., Ours. foss., pl. 2, f. 17. S'il n'y a point d'erreur dans la localité indiquée, et nous présumons qu'il y en a une, le *M. aquitanicus* serait une espèce commune à la formation crétacée, car nous l'avons trouvé avec l'*Ananchytes semiglobus* dans les roches redressées qui forment l'escarpement vertical de Tercis.	.	.	.	La Plante, près Montfort (Landes). Craie de Tercis.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Bounar-Hissar (Roumélie).
- indét.	Id.	.	*	.	Asie mineure.
Holaster	Agass.				
- *italicus*.	Id. et Des., p. 135.	*	.	.	Roveredo (Tyrol).
Ananchytes	Lam.				
- *tuberculata*.	Defr.	*	.	.	Monte-Magre (Vicentin).
	NOTA. Un assez grand nombre d'échinodermes sont en outre cités dans divers pays sans désignation de genres ni d'espèces.	.	*	.	Sonthofen. - Les Alpes orientales. - La Hongrie. - Le Béloutchistan, etc.
	Si l'on compare avec le tableau précédent la liste donnée par MM. Agassiz et Desor (p. 147) des espèces d'échinodermes de la formation nummulitique, on remarquera que nous avons omis certaines espèces par les motifs suivants. Les *Cidaris serraria*, *rosaria* et *limaria*, signalés à Castel Arquato, n'appartiennent pas à la période des Nummulites; l'*Echinopis elegans* de la craie chloritée de l'Anjou, cité aussi dans le calcaire grossier du bassin de la Garonne et à Saint-Palais, près Royan, n'est nulle part associé avec des Nummulites. Le *Lobophora bisperforata* manque dans le texte, où il y a seulement le *L. bifora* de Madagascar; le *Runa decemfissa* est cité dans le *terrain nummulitique de Terre-Nègre* près Bordeaux, localité confondue avec l'*anse de Terre-Nègre*, près Saint-Palais, dont on a mis les couches sur l'horizon de celles de Biaritz, et où sont aussi mentionnés l'*Echinolamp[illegible] dorsalis*, le *Gualtieria Orbignyan[illegible]* l'*Amphidetus subcentralis* de la m[illegible] liste; l'*Echinocyamus crustoides* n[illegible] que dans le texte; l'*Echinocyamus [illegible] caudatus*, le *Conoclypus margin[illegible]* et le *Pygorhynchus tumidus*, sont [illegible] sans désignation de localité; enfin [illegible] *Micraster gibbus* de la craie de Palars[illegible] se trouve aussi à tort sur cette liste.				

ANNELIDA.					
Serpula	Linné.				
- *alata*	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 33.....	*	.	.	Biaritz.
- *anfracta*	Gold., pl. 71, f. 15............	*	.	.	Le Kressenberg.
- *angulata*	Munst., Gold., pl. 71, f. 5......	.	.	*	Biaritz. - Osnabruck.
- *corona*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 7......	*	.	.	Biaritz.
- *corrugata*	Gold., pl. 71, f. 12 ; id., var. d'Arch., vol. II, pl. 6, f. 5. Nous ne connaissons pas la *S. corrugata*, Sow., mss., citée à Hordwell (Morris, *Catal. brit. foss.*, p. 66).	.	.	*	Ib. Osnabruck.
- *dilatata*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 3-4.....	*	.	.	Biaritz.
- *eruca*	Id. ib., pl. 7, f. 8; vol. III, pl. 9, f. 34.	*	.	.	Ib.
- *funiculosa*	Id., vol. III, p. 427............	*	.	.	Ib.
- *gordialis* .....?	Schloth., Gold., pl. 69, f. 8; Leym., pl. 13, f. 16.	.	.	.	Couisa (Aude). Format. crét. et jurass. de diverses localités.
- *inscripta*	D'Arch., vol. III, pl. 9, f. 35....	*	.	.	Biaritz.
- *lumbricalis*	Munst.?...................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *muricata*	Id.?......................	*	.	.	Ib.
- *nuda*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 6......	*	.	.	Biaritz.
- *planorbiformis* .	Munst.?...................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *quadricarinata* .	Munst., Gold., pl. 70, f. 8; Leym., pl. 13, f. 17-18.	.	.	.	Couisa, etc. (Aude). Format. crét. de diverses localités.
- ? *recta*	J. de C. Sow., pl. 25, f. 1; *non S.* id., Walker, du crag.	*	.	.	Cutch.
- *spirulæa*	Lam., Gold., pl. 71, f. 8; *Serpulites nummularius*, Schloth.; *Rotularia cristata*, Defr.; *Vermicularia nummularia*, Munst.; *Serpula nummularia*, Bronn, pl. 26, f. 16; Parkinson, *Organ. rem.*, vol. III, pl. 7, f. 7? (Sans indication de gisement). Nous ne connaissons point la *S. spirulæa*, J.-B. Sow., de la craie de Norwich (Morris, *Catal. brit. foss.*, p. 66).	*	.	.	Columbres (Asturies). - Biaritz, Pau, Montfort, Gibret, etc. (Landes). - Cap la Mortela, Nice, Rouaine. - Le Kressenberg, Oberweiss, - Vérone, Priabona. - Althofen près Klagenfurt, Spalatro. - Porcsesd (Hongrie). - Chaîne côtière de la mer Noire. - Zafranboli (Asie mineure).
- *subcarinata* ...	Munst.?...................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *subgranulosa* ...	Al. Roua., pl. 14, f. 6.........	*	.	.	Pau.
- *tortrix*	Gold., pl. 71, f. 13...........	*	.	.	Le Kressenberg.
- indét.	Munst.?...................	.	*	.	Ib.
- indét.	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch....................	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.	Leym......................	.	*	.	Couisa (Aude).
- indét.	Bell.......................	.	*	.	Nice.
- indét.	Id........................	.	*	.	Ib.

MOLLUSCA.					
CIRRHIPEDA.					
Balanus.	Brug.				
- *coronullaris*. . . .	D'Arch., mss.	*	.	.	Biaritz.
- *sublævis*.	J. de C. Sow., pl. 25, f. 3.	*	.	.	Cutch.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Biaritz.
CONCHIFERA.					
DIMYARIA.					
Clavagella.	Lam.				
- *bacularis*.	. . . . Citée par M. de Buch, d'après des échantillons envoyés par Dubois.	.	.	.	Akhaltzikhé. Form. tert. indét.
- *coronata*.	Desh., pl. 5, f. 15-16.	.	.	*	Biaritz. Sables moyens du bassin de la Seine et calcaire grossier des bords de la Gironde. - Sables de Bracklesham et argile de Barton.
Fistulana.	Brug.				
- *lumbricalis*. . . .	Munst.; Burt., Oryct. de Bruxelles, p. 26. Cette espèce est plus que douteuse.	.	.	*	Le Kressenberg. Form. tert. infér. de la Belgique.
Teredina.	Lam.				
- indét.	Très voisine de la *T. personata*, Lam.	.	*	.	Mont Bolca et mont Postale (Vicentin).
Septaria.	Lam.				
- *arenaria*.	Neugeborn (*antè*, p. 168).	*	.	.	Porcsesd (Hongrie).
- *tarbelliana*.	D'Arch., vol. II, pl. 8, f. 11; *Teredo Tournali*, Leym. (*proparte*), pl. 14, f. 2; *Teredo antenautæ*, Sow., pl. 102, f. 7?	.	.	*	? Biaritz. - Les Corbières. Argile de Londres?
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
Teredo.	Linné.				
- *Tournali*.	Leym., pl. 14, f. 3-4; id., jeune et palettes, d'Arch., vol. III, pl. 12, f. 1 et 1 bis.	*	.	.	Asturies? - Biaritz. - Les Corbières. - - Nice. - Roumélie.
- indét.	Tallav.	.	*	.	Les Corbières.
- indét.	D'Arch., vol. II, p. 218.	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Burt., Oryct. de Bruxelles, pl. 27, f. B.	.	.	*	Mont-Élie (Roumélie). - Mont Karamass. (Asie mineure). Form. tert. in du nord de la Fi ce et de la Be que.
Pholas.	Linné.				
- *anatina*.	Gold. . . . . Citée par M. de Buch, d'après des échantillons envoyés par Dubois.	.	.	.	Akhaltzikhé. Format. tert. indét.

- indét.	Studer (*antè*, p. 82)	.	*	.	Le Titlis.
Pholadomya	Sow.				
- *affinis*	Bell	*	.	.	Nice.
- *halaensis*	D'Arch., mss	*	.	.	Chaîne d'Hala, (Sinde).
- *niceensis*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Perezi*	Bell	*	.	.	Ib.
- *Puschii*	Gold., pl. 158, f. 3. Confondue avec la *P. margaritacea*, Sow., pl. 297, f. 3.	.	.	*	Biaritz. - Nice, Rouaine (Basses-Alpes). - Romana, près Brendola, Vicentin. - Sinde. Form. tert. infér.? d'Astrupp, Bünde, Grafenberg, près Dusseldorf. - *London clay* de l'île de Wight.
- indét.	D'Arch., vol. II, p. 208	.	*	.	Biaritz.
Solen	Lam.				
- *appendiculatus*?	Lam., Desh., pl. 4, f. 5-6	.	.	.	Nice. Calc. grossier de Paris. et de Belgique.
- *cultratus*	Munst., Gold., pl. 159, f. 5	*	.	.	Le Kressenberg.
- *rimosus*	Bell	*	.	.	Nice.
- *strigillatus*	Lam., var. *minor*, Desh., pl. 2, f. 22-23.	.	.	*	Biaritz. Form. terti. infér. moy. et supér. de l'Angleterre, de la France, de l'Italie, etc.
Solecurtus	Blainv.				
- *elongatus*	Bell	*	.	.	Nice.
- *striatus*	Bell	*	.	.	Ib.
Panopæa	Mésn. de la Groye.				
- *elongata*	Leym., pl. 14, f. 8	*	.	.	Les Corbières.
- *intermedia*	Sow., pl. 76, f. 1; id., Nyst, pl. 1, f. 10; *Corbula dubia*, Desh., pl. 9, f. 13-14.	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris. - Sables et argiles du Limbourg; Bognor (argile de Londres), etc.
- indét.	Leym., p. 369	.	*	.	Les Corbières.
- indét.	Bell	.	*	.	Nice.
Mya	Lam.				
- indét.?	Munst	.	*	.	Le Kressenberg.
Anatina	Lam.				
- *rugosa*	Bell	*	.	.	Nice.
Lutraria	Lam.				
- indét.?	Munst	.	*	.	Le Kressenberg.
- indét.	D'Arch	.	*	.	Zafranboli (Asie mineure).

Mactra.	Lam.				
- *cyrena*	Al. Brong., pl. 5, f. 10	*	.	.	Gap. - Ronca.
- *ereba*	Id., pl. 5, f. 8	*	.	.	Ronca.
- *dubia*	D'Arch., mss	*	.	.	Sinde.
Crassatella	Lam.				
- *acutangula*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Archiaci*	Id	*	.	.	Ib.
- id. var. *a*	Id.	*	.	.	Ib.
- *compressa*	Lam., Desh., pl. 3, f. 8, var. *b*	.	.	*	Biaritz. Sables du Soissonnais et du Beauvoisis; calc. grossier de Paris; sables de Bracklesham.
- *gibbosula*	Lam., Desh., pl. 5, f. 5, 6, 7	.	.	*	Akhaltzikhé. Sables du Beauvoisis; calc. grossier de Paris.
- *lamellosa*	Lam., Desh., pl. 4, f. 15, 16	.	.	*	Akhaltzikhé. Sables du Soissonnais; calc. grossier de Paris.
- *latissima*. ?	Hœning Cette espèce, citée par J.-J. Huot, nous est inconnue.	*	.	.	Crimée.
- *minima*	Leym., pl. 14, f. 9, 10	*	.	.	Les Corbières.
- *rhomboidea*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 9. (*C. Archiaciana*, Nyst., Bull. acad. de Bruxelles, vol. XIV.)	*	.	.	Biaritz.
- *scutellaria*	Desh.? pl. 5, f. 1, 2; Leym., pl. 14, f. 11.	.	.	*	Les Corbières, l'Ariége. Sables du Beauvoisis (bassin de la Seine).
- *securis*	Leym., pl. 14, f. 12	*	.	.	Les Corbières.
- *semicostata*	Bell	*	.	.	Nice.
- *subrotunda*	Id	*	.	.	Ib.
- *subtumida*	Id	*	.	.	Ib.
- *sulcata*	Sow., pl. 345, f. 1	.	.	*	Ib.-Schio (Vicentin). Sables du Beauvoisis. Argiles de Barton.
- *tenuistriata*. ?	Desh., pl. 5, f. 13, 14	.	.	*	Ib. Sables du Soissonnais; calc. grossier de Paris. Belgique?
- *trigonata*. ?	Lam., Desh., pl. 3, f. 4, 5	.	.	*	Ib. Ib., ib. Belgique.
- *tumida*	Lam., Desh., pl. 3, f. 10, 11	.	.	*	Les Corbières. - Akhaltzikhé. Sables du Soissonnais; calc. grossier de Paris. Belgique?
- indét.	Bell	.	*	.	Nice.

- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Tallav.	.	*	.	Aude, Ariége.
- indét.	D'Arch., mss.	.	*	.	Sinde.
Corbula.	Brug.				
- *angulata?*	Lam., Desh., pl. 8, f. 16-20.	.	.	*	Nice. Sables moyens.
- *Archiaci*	Al. Roua., pl. 14, f. 17.	*	.	.	Biaritz, Pau.
- *exarata*	Desh., pl. 7, f. 4, 5, 6, 7; pl. 8, f. 4.	.	.	*	Zafranboli (Asie mineure). Calc. grossier de Paris.
- *gallica*	Lam., Desh., pl. 7, f. 1, 2, 3.	.	.	*	Nice. Form. tert. infér. du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre.
- *nicensis*	Bell.	*	.	.	Ib.
- *minor*.	Id.	*	.	.	Ib.
- *pyxidata*	Desh., mss., Bell.	*	.	.	Nice.
- *rugosa*.	Lam., Desh., pl. 7, f. 16, 17, 22.	.	.	*	Biaritz. - Nice, Rouaine (Basses-Alpes). - Cutch? Calc. grossier de Paris et de Blaye; argile de Barton et de Bracklesham.
- *semicostata*.	Bell.	*	.	.	Nice.
- *striata*.	Lam., var. Desh., pl. 8, f. 1-3, pl. 9, f. 1-5.	.	.	*	Biaritz. Sables infér. du Soissonnais; argile de Londres, de Barton, etc.
- *subexarata*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde
- *trigonalis*.	J. de C. Sow., pl. 25, f. 4.	*	.	.	Ib. Cutch.
- *truncata*.	Bell.	*	.	.	Nice.
- indét.	Studer (*antè*. p. 82).	.	*	.	Canton de Berne.
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
Thracia.	Leach.				
- *rugosa*.	Bell.	*	.	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
Petricola.	Lam.				
- *elegans*.	Lam., Desh., pl. 10, f. 1, 2.	.	.	*	Nice. Sables moyens du bassin de la Seine.
Psammobia.	Lam.				
- *pudica*.	Al. Brong., pl. 5, f. 9.	*	.	.	Val Sangonini.
Tellina.	Linné.				
- *Benedenii*.	Nyst, pl. 5, f. 5.	.	.	.	Nice. Crag de Belgique et d'Angleterre.
- *biangularis*.	Desh.? pl. 12, f. 1, 2.	.	.	*	Biaritz. - Nice. Calc. grossier de Paris.

- *donacialis*	Lam., Desh., pl. 12, f. 7, 8, 11, 12, var. *a*.	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris, sables moy., sables du Soissonnais et du Beauvoisis; argile de Londres.
- *elegans*	Desh., pl. 11, f. 7, 8	.	.	*	Ib. Calc. grossier de Paris.
- *lacunosa*	Lam. Il est plus que douteux que cette coquille vivante soit celle que Dubois a envoyée à M. de Buch (*antè*, vol. II, p. 955).	.	.	.	Akhaltzikhé. Vit sur la côte de Guinée?
- *patellaris*	Lam., Desh., pl. 11, f. 5, 6, 13, 14.	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
- *prælonga*	Bell	*	.	.	Ib.
- *raristriata*	Id.	*	.	.	Ib.
- *sinuata*	Lam., Desh., pl. 11, f. 15, 16	.	.	*	Ib. Calc. grossier de Paris et de Belgique; sables du Beauvoisis.
- *subrotunda*	Desh., pl. 12, f. 16, 17	.	.	*	Ib. Sables moyens et sables de Bracklesham.
- *tenuistriata*	Id., pl. 11, f. 9, 10, pl. 12, f. 5, 6.	.	.	*	Ib. Calc. grosssier de Paris et de Belgique.
- indét ?	Munst.	.	*	.	Le Kressenberg.
- indét	Bell	.	*	.	Nice.
Diplodonta	Bronn.				
- *incerta*	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
Corbis	Cuvier.				
- *Aglauræ*	Al. Brong., pl. 5, f. 5	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *lamellosa*	Lam.; Desh., pl. 14, f. 1, 2, 3	.	.	*	Nice. - Ronca. - Porcsesd (Hongrie). - Lidja (Roumélie). - Zafranboli (Asie mineure). Calc. grossier de Paris; Belgique.
- *pectunculus* ?	Lam., Desh., pl. 13, f. 3, 4, 5, 6. Cette coquille, plus transverse et moins renflée que celle du calcaire grossier, devra constituer au moins une variété.	.	.	*	Yuzgat (Asie mineure). - Crimée. Calc. grossier de Paris et du Cotentin pour le type de l'espèce.
- *subpectunculus*	D'Arch., mss. Espèce très grande, plus renflée et à test plus épais que la précédente.	*	.	.	Sarikala (Roumélie).

- indét.	D'Arch., mss.	.	*	.	Sinde.
Lucina.	Brug.				
- *ambigua*.	Desh., pl. 17, f. 6, 7.	.	.	*	Nice. - Zafranboli, mont Karamass. Calc. grossier de Paris, d'Hauteville et environs de Bruxelles.
- *Bellardii*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *contorta*.	Defr., Desh., pl. 16, f. 1, 2.	.	.	*	Nice. Sables du Soissonnais et sables de Bracheux, etc.
- *corbarica*.	Leym., pl. 15, f. 5, 6, 7; *Lucina Coquandiana*, d'Orb., Pal. franc., pl. 282. Cette coquille a été citée à tort par M. d'Orbigny comme appartenant au groupe néocomien.	*	.	.	Les Corbières, la montagne Noire. - Le Kalisberg. - Zafranboli, mont Karamass (Asie mineure).
- *elegans*.	Defr., Desh., pl. 14, f. 10, 11.	.	.	*	Nice. Calc. grossier et sables moyens.
- *gibbosula*.	Lam., Desh., pl. 15, f. 1, 2.	.	.	*	Ronca. Sables infér. Calc. grossier et sables moyens du nord de la France.
- *gigantea*.	Desh., pl. 15, f. 11, 12.	.	.	*	Nice. Calc. grossier; argile de Barton.
- *grata*.	Defr., Desh., pl. 16, f. 5, 6.	.	.	*	Ib. Sables du Beauvoisis.
- *mutabilis*.	Id., id., pl. 14, f. 6, 7.	.	.	*	Biaritz. - Nice. - Zafranboli. Calc. grossier et sables du Soissonnais et du Beauvoisis. Groupe calcaréo-sableux de la Belgique.
- *radula*.	Lam. Cette coquille, citée dans les cong'omérats nummulitiques de la haute Arménie (*antè*, vol. II, p. 955), n'est sans doute pas l'analogue de l'espèce vivante.	.	.	.	Akhaltzikhé. Vit dans l'Océan atlantique. - Crag supér. et crag rouge du Norfolk et du Suffolk.
- *scopulorum*.	Al. Brong., p. 79.	.	.	.	Ronca. Form. tert. moy. de Superga.
- *sulcosa*.	Leym., pl. 15, f. 13, 14.	*	.	.	Les Corbières.
- indét.	D'Arch., mss.	.	*	.	Zafranboli.
- indét.	Al. Roua.	.	*	.	Pau.
- indét.	Leym., p. 369.	.	*	.	Les Corbières.

- indét.	Id., ib.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id., ib.	.	*	.	La montagne Noire.
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch., mss. Espèce voisine de la *L. argus*, Mellev.	.	*	.	Mont Karamass (Asie mineure).
- indét.	Id. Espèce très voisine aussi de la précédente.	.	*	.	Sinde.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id. (*antè*, p. 209).	.	*	.	Egypte.
- indét.	Id. (ib).	.	*	.	Ib.
Astarte.	Sow.				
- *Prattii*.	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 2.	*	.	.	Biaritz.
- indét.	(*Antè*, p. 97).	.	*	.	Sonthofen.
Cyrena.	Lam.				
- *cuneiformis*.	Fér., Desh., pl. 19, f. 1, 2, 20, 21. Citée par M. Deshayes (*antè*, p. 70).	.	.	*	Gap. Caractéristique de l'étage des lignites du Nord-Ouest.
- indét.	Desh., *loc. cit.*	.	*	.	Ib.
- indét.	Id., ib.	.	*	.	Ib.
Cyprina.	Lam.				
- *complanata*.	Bell.	*	.	.	Nice.
- *Nystii*.	Id.	*	.	.	Ib.
- *tumida*.	Nyst, pl. 10, f. 1.	.	.	.	Ib. Crag de Belgique et du Suffolk.
- indét.	Bell.	.	*	.	Ib.
Cytherea.	Lam.				
- *custugensis*.	Leym., pl. 15, f. 1, 2.	*	.	.	Coustouges (Aude).
- *elegans*.	Lam., Desh., pl. 20, f. 8, 9.	.	.	*	Ronca. Calc. grossier de Paris et sables moyens; argiles de Barton et sables de Bracklesham.
- *incrassata*. ?	Var., *Venus id.*; Sow., pl. 155, f. 2; Nyst., pl. 13, f. 6; *non* id., Desh., *Venus* id., Gold., Brocc, etc. Plusieurs espèces ont probablement été confondues sous le même nom.	.	.	*	Biaritz. - Nice. Form. tert. infér. du nord de la France. - Belgique. - Angleterre.
- *incrassata*.	Desh., pl. 22, f. 1-3.	.	.	.	Nice. Marnes mar. sup. du bassin de la Seine.
- *lævigata*. ?	Lam., Desh.? pl. 20, f. 12, 13.	.	.	*	Biaritz. - Crimée. - Zafranboli. Calc. grossier de Paris, - Belgique, etc.- Bünde, Alzey?

- *nitidula*.......	Id., id., pl. 21, f. 3-6.........	.	.	*	Biaritz. - Nice. - Rouaine. - Mont Karamass. Sables infér. et calc. grossier de Paris, etc. - Belgique. - Sables de Brackle-sham. - Bünde.
- *rabica*........	Leym., pl. 15, f. 3............	*	.	.	Les Corbières.
- *suberycinoides*..	Desh.? pl. 22, f. 8, 9..........	.	.	.	Biaritz? - Akhaltzi-khé. Form. tert. infér. du bassin de la Seine; id. de Belgique. - Sables de Bracklesham.-Bünde.
- *Verneuili*......	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 10.....	*	.	.	Biaritz. - Belluno?
- indét.........	Id. (*antè*, p. 209).............	.	*	.	Egypte.
- indét.........	Munst?....	.	*	.	Le Kressenberg.
Venus........	Linné.				
- *Borsoni*.......	Bell......................	*	.	.	Nice.
- *cancellata*.....	J. de C. Sow., pl. 25, f. 70.....	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *granosa*.......	Id., ib., f. 7.................	*	.	.	Zafranboli. - Cutch.
- *lineolata*......	Sow., pl. 422, f. 2 (*non V.* id., Sow., pl. 20).	.	.	*	Biaritz. Argile de Londres. - Belgique, etc.
- ? *maura*.......	Al. Brong., pl. 5, f. 11.........	*	.	.	Ronca.
- *non scripta*....	J. de C., Sow., pl. 25, f. 8......	*	.	.	Cutch, Sinde.
- ? *Proserpina*....	Al. Brong., pl. 5, f. 7..........	*	.	.	Ronca.
- *rotunda*.......	(*Antè*, vol. II, p. 955).......... Si c'est la *V. rotundata*, Brand., *V. Solandri*, Sow., vol. VI, p. 242, cette espèce serait un double emploi de la *V. lineolata*, *suprà*.	.	.	*	? Akhaltzikhé.
- *rubiensis*......	Leym., pl. 15, f. 6............	*	.	.	Les Corbières.
- *striatella*......	Nyst, pl. 12, f. 2..............	.	.	.	Nice. Crag d'Anvers.
- *striatissima*....	Bell......................		.	.	Ib.
- *subovalis*......	D'Arch., mss.		.	.	Sinde.
- *subpyrenaica*...	Leym., pl. 15, f. 5............	*	.	.	Les Corbières.
- indét.........	Id., p. 369..................	.	*	.	Ib.
- indét.........	D'Arch., vol. III, p. 430........	.	*	.	Biaritz.
- indét.........	Bell......................	.	*	.	Nice.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Munst.....................	.	*	.	Le Kressenberg.
Pullastra......	Sow.				
- *virgata*.......	J. de C. Sow., pl. 25, f. 9.......	*	.	.	Cutch.
Venericardia...	Lam.				
- *acuticostata*....	Lam., Desh., pl. 25, f. 7-8. *V. carinata*, Sow., pl. 259.	.	.	*	Pau.-Ariége.-Nice.-Ronca.-Zafranboli. Calc. grossier de Paris. - Belgique. - Sables de Bracklesham, Barton, etc.

- *angusticostata*..	Desh., pl. 27, f. 5, 6...........	.	.	*	Nice. Sables de Bracheux, etc., et calc. grossier de Paris.
- *Arduini*.......	Al. Brong., pl. 5, f. 2..........	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *asperula*......	Desh., pl. 26, f. 3, 4....	.	.	*	Pau. - Nice. Sables infér. et calc. grossier de Paris.
- *Barrandei*.....	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 4-3...	*	.	.	Biaritz. - Nice.
- *Beaumonti*.....	Id., mss.....................	*	.	.	Sinde.
- *decussata*.....	Desh., pl. 26, f. 7, 8..........	.	.	*	Nice. Calc. grossier, et sables infér.
- *Dufrenoyi*.....	D'Arch., mss.................	*	.	.	Sinde.
- *imbricata*......	Lam., Desh., pl. 24, f. 4, 5.....	.	.	*	Nice. - Castel-Gomberto. - Zafranboli. Sables infér. Calc. grossier de Paris et d'Hauteville. - Belgique. - Alabama ?
- *intermedia*.....	J. de C. Sow., pl. 25, f. 10 (*non cardita*, id., Lam., vol. V, p. 13).	*	.	.	Cutch.
- *Lauræ*........	Al. Brong., pl. 5, f. 3..........	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *minuta*.......	Leym., pl. 15, f. 4.............	.	.	.	Les Corbières.-Nice? - Egypte?
- *multicostata*....	Lam., Desh., pl. 26, f. 1, 2.....	.	.	*	Nice. - Crimée. - Zafranboli, mont Karamass. Sables infér. de Bracheux, Abbecourt, etc.
- *obliqua*.......	D'Arch., mss.................	*	.	.	Sinde.
- *Perezi*........	Bell.......................	*	.	.	Nice.
- *subcomplanata*.	D'Arch.....................	*	.	.	Sinde.
- *subvicinalis*....	Id., vol. III, pl. 12, f. 5.........	*	.	.	Biaritz.
- *trigona*.......	Leym., pl. 15, f. 8..............	*	.	.	Les Corbières.
- *vicinalis*......	Id., pl. 15, f. 9................	*	.	.	Ib.
- indét..........	Bell.......................	.	*	.	Nice.
- indét..........	Id.........................	.	*	.	Ib.
- indét..........	Id.........................	.	*	.	Ib.
Cardium......	Linné.				
- *ambiguum*.....	J. de C. Sow., pl. 24, f. 2.......	*	.	.	Cutch, Béloutchistan.
- *asperulum*.....	Lam., Al. Brong., pl. 5, f. 13; Desh., pl. 27, f. 7, 8 et pl. 30, f. 13, 14.	.	.	*	Castel-Gomberto. Sables du Soissonnais et calc. grossier de Paris.
- *Bonelli*.......	Bell.......................	*	.	.	Nice.
- *Brongniarti*....	D'Arch., mss.................	*	.	.	Sinde.
- *ciliare*........	Brocc., vol. II, p. 307..........	.	.	.	Les Diablerets.
- *discors*.......	Lam., Desh., pl. 28, f. 8, 9.....	.	.	*	Nice. Calc. grossier, sables moy. et infér.

- *gratum*.......	Defr., Desh., pl. 28, f. 3, 4, 5...	.	.	*	Pau (var.). - Nice. - Crimée. Calc. grossier de Paris.
- *hippopæum*....	Lam., Desh.. pl. 27, f. 3, 4.....	.	.	*	Les Corbières.- Nice. - Yuzgat? (Asie mineure). Calc. grossier de Paris; sables de Bracklesham.
- *inscriptum*.....	D'Arch., vol. III, p. 431.........	*	.	.	Biaritz.
- *intermedium*...	J. de C. Sow., pl. 24, f. 1.......	*	.	.	Cutch.
- *lævigatum*.....	(*Antè*, vol. II, p. 955)...........	.	.	.	Akhaltzikhé.
- *modioloides*....	Bell..........................	*	.	.	Nice.
- *niceense*......	Id............................	*	.	.	Ib.
- *nummuliticum*..	D'Arch., mss................	*	.	.	Zafranboli, mont Karamass.
- *Orbignyanum*..	Id., vol. II, pl. 7, f. 13.........	*	.	.	Biaritz.
- *Perezi*........	Bell..........................	*	.	.	Nice.
- *Plumsteadiense*.	Sow., pl. 14..... ;	.	.	*	Rouaine (Basses-Alpes. Couche infér. de l'argile de Londres.
- *porulosum*.....	Lam., Desh., pl. 30, f. 1, 2, 3, 4.	.	.	*	Akhaltzikhé. Sables du Soissonnais; calc. grossier de Paris.-Belgique. - Argile de Barton et sables de Bracklesham.
- *raristriatum*...	Bell..........................	*	.	.	Nice.
- *Rouaulti*......	Id............................	*	.	.	Ib.
- *semigranulosum*	Sow., pl. 144, Desh., pl. 28, f. 6, 7.	.	.	*	Nice. Sables du Beauvoisis, du Soissonnais, et argile de Barton.
- *semigranulatum*	Munst. Peut-être identique avec la *Venericardia Lauræ*, Al. Brong., ou avec la *V. acuticostata*, Lam.	.	.	.	Ronca. Argile de Londres.
- *semistriatum*...	Desh., pl. 29, f. 9-10...........	.	.	.	Pau. - Nice. - Mont Karamass. Sables du Soissonnais et du Beauvoisis. Calc. grossier de Paris.-Sables de Bracklesham.
- *subasperulum*..	D'Arch., mss.,................	*	.	.	Sinde.
- *Theresæ*.......	(*Antè*, p. 118)................	*	.	.	Nice? - Vicentin.
- *triforme*.......	J. de C. Sow., pl. 25, f. 11......	*	.	.	Cutch.
- indét.........	Bell..........................	.	*	.	Nice.
- indét.........	Id............................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id............................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Al. Roua., p. 469.............	.	*	.	Pau.

- indét.	Leym., p. 369.	·	*	·	Les Corbières.
- indét.	Id., ib.	·	*	·	La montagne Noire.
- indét.	Studer (*antè*, p. 82).	·	*	·	Le Titlis (Unterwald).
- indét.	Al. Brong., p. 43 (section des Hémicardes).	·	*	·	Les Diablerets.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 431.	·	*	·	Biaritz.
- indét.	Ehrlich (*antè*, p. 104).	·	*	·	Mattsee.
- indét.	Desh. (*in* Ladoucette, Histoire topogr., etc., des Hautes-Alpes).	·	*	·	Gap.
- indét.	D'Arch., mss.; espècé voisine du *C. rachitis*, Desh.	·	*	·	Asie mineure.
- indét.	Id., mss.; espèce voisine du *C. porulosum*, Lam.	·	*	·	Zafranboli.
- indét.	Id., mss.	·	*	·	Asie mineure.
- indét.	Id.	·	*	·	Annot, Barrême, etc.
- indét.	Id.	·	*	·	Egypte.
- indét.	Id.	·	*	·	Sinde.
Cypricardia.	Lam.				
- *cyclopæa*.	Al. Brong., pl. 5, f. 12.	*	·	·	Gap. - Ronca.
- ? *incerta*.	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 7.	*	·	·	Biaritz.
- ? *rugosa*.	Id., ib., pl. 12, f. 6.	*	·	·	Ib.
- *tumida*.	Bell.	*	·	·	Nice.
- indét.	Desh. (*in* Ladoucette, Hist. topograp., etc., des Hautes-Alpes).	·	*	·	Gap.
Isocardia.	Lam.				
- *acutangula*.	Bell.	*	·	·	Nice.
- indét.	Dubois (Voyage autour du Caucase, etc.).		*	·	Crimée.
Arca.	Lam.				
- *barbatula*.	Lam., Desh., pl. 32, f. 11-12.	·	·	*	Biaritz. - Akhaltzikhé. Form. tert. infér. du bassin de la Seine, d'Angleterre et de Belgique. - Vienne, Plaisance (formation moyenne et supérieure).
- *Bonelli*.	Bell.	*	·	·	Nice.
- *Burnesi*.	D'Arch., mss.	*	·	·	Sinde.
- *Cailliaudi*.	Bell.	*	·	·	Nice.
- *Genei*.	Id.	*	·	·	Ib.
- *granulosa*.	Desh., pl. 32, f. 17, 18.	·	·	*	Ib. Calc. grossier de Paris.
- *hybrida*.	J. de C. Sow., pl. 24, f. 3.	*	·	·	Cutch.
- *kurracheensis*.	D'Arch., mss.; *A. tortuosa*, Linn.; J. de C. Sow., pl. 25, f. 13.	*	·	·	Ib., Sinde.
- *larkhanaensis*.	Id., mss.	*	·	·	Sinde.
- *Pandoræ*.	Al. Brong., pl. 5, f. 14.	*	·	·	Castel-Gomberto.
- *peethensis*.	D'Arch., mss.	*	·	·	Sinde.
- *Perezi*.	Bell.	*	·	·	Nice.

- *radiata*.......	J. de C. Sow., pl. 25, f. 12......	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *simplex*.......	Bell......................	*	.	.	Nice.
- *Van den Heckei*.	Id........................	*	.	.	Ib.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Al. Roua., p. 469............	.	*	.	Pau.
- indét.........	D'Arch., vol. III, p. 431........	.	*	.	Biaritz.
- indét.........	Id., mss.....................	.	*	.	Zafrauboli.
- indét.........	Munst......................	.	*	.	Le Kressenberg.
Pectunculus....	Lam.				
- *cor*..........	Lam. de Bast. (Descript. du bassin tert. du sud-ouest de la France, p. 76).	.	.	*	? Le Kressenberg. Faluns tert. moy. du bassin de la Garonne.-Osnabruck, Weisbach, etc.
- *costulatus?*....	Munst...................... Cette espèce est-elle celle désignée sous le même nom (Gold., pl. 126, f. 13) et provenant des couches tertiaires des environs de Magdebourg?	.	.	*	? Le Kressenberg.
- *depressus*......	Desh., pl. 35, f. 12, 13, 14.....	.	.	*	Nice. Sables moyens du bassin de la Seine.
- *dubius?*......	Munst......................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *granosus*......	Bell......................	*	.	.	Nice.
- *pecten*........	J. de C. Sow., pl. 24, f. 4.......	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *pilosus*........	Lam. (*antè*, vol. II, p. 955)...... Il est peu probable que cette détermination soit exacte, le *P. pilosus* étant une espèce vivante très commune et dont les variétés paraissent se trouver dans les formations tertiaires moyenne et supérieure. Le *P. variabilis*, Sow., paraît s'y rapporter aussi.	.	.	.	Akhaltzikhé. Vit dans l'Océan atlantique; les var. sont des form. tert. moy. et sup. d'Angleterre, du sud de la France et de l'Italie.
- *pulvinatus*....	Lam., Desh., pl. 35, f. 15, 16, 17.	.	.	*	Nice. - Le Kressenberg. Sables infér. Calc. grossier de Paris. - Belgique. - Bognor, et sables de Bracklesham. - Mecklenbourg.
- *striatissimus*...	Bell......................	*	.	.	Nice.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	D'Arch., mss.................	.	*	.	Zafranboli.
Nucula.......	Lam.				
- *baboensis*.....	J. de C. Sow., pl. 24, f. 3.......	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *depressa*......	Nyst. (Coq. et polyp. foss., etc., de la Belgique, pl. 15, f. 7).	.	.	.	Biaritz. Anvers. - Maryland (form. tert. moy.).
- *margaritacea*..	Lam., Desh., pl. 36, f. 13-21; *N. similis*, Sow., pl. 192, f. 3, 4, 10.	.	.	*	Biaritz.-Nice.-Sinde. Form. tert. infér.

					moy. et supér., et vivant dans l'Atlantique et la Méditerranée.
- *ovata*	Desh., pl. 36, f. 13, 14; *non* id., Mant., pl. 9, f. 20; *N. subtransversa*, Nyst, pl. 17, f. 7.	.	.	*	Biaritz. - Nice? Calc. grossier de Paris et d'Hauteville. - Belgique.
- *Studeri*	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
-*submargaritacea*	Al. Roua., pl. 14, f. 20	*	.	.	Pau.
- indét	D'Arch., vol. III, p. 431	.	*	.	Le Hontet (Landes).
- indét	Al. Roua., p. 470	.	*	.	Pau.
Trigonocœlia	Nyst et Galeotti.				
- *striata*	Al. Roua., pl. 14, f. 19	*	.	.	Biaritz, Pau.
Stalagmium	Conrad.				
- *aviculoides*	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 11	*	.	.	Biaritz.
- *grande*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Nystii*	Galeot., Nyst, pl. 18, f. 6	.	.	*	Biaritz. Groupe calcaréo-sableux de la Belgique.
Trigonia	Brug.				
- indét.?	(*Antè*, p. 178)	.	*	.	Crimée.
Chama	Linné.				
- *antescripta*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 12	*	.	.	Biaritz.
- *calcarata*	Lam., Desh., pl. 38, f. 5, 6, 7	.	.	*	Nice. - Pau. - Le Kressenberg. - Castel-Gomberto. - Sinde. Sables du Soissonnais et calcaire grossier de Paris. Sables de Bracklesham.
- *crenulata*	Lam. (*antè*, vol. II, p. 951). Nous ne pensons pas que la coquille vivante des côtes du Sénégal soit identique avec l'espèce fossile.	.	.	.	Akhaltzikhé. Vit dans l'Océan atlantique.
- *gigas*	Desh., pl. 37, f. 5, 6	.	.	*	Les Corbières. - La montagne Noire. - Nice. Calc. grossier de Paris; sables de Bracklesham.
- *granulosa*	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 9, 10.	*	.	.	Biaritz. - Nice.
- *latecostata*	Bell	*	.	.	Nice.
- *rusticula*	Desh ; var. Al. Roua., pl. 14, f. 21.	.	.	*	Pau. Sables moy. pour le type.
- *squamosa*	Sow., pl. 348. Nous n'avons aucune certitude que cette espèce soit, comme on l'a dit, un double emploi de la précédente.	.	.	*	Bassano. Argiles de Barton et sables de Bracklesham.
- *subcalcarata*	D'Arch., vol. II, pl. 7, f. 11	*	.	.	Biaritz.
- *sublamellosa*	Munst., Gold., pl. 139, f. 3	*	.	.	Le Kressenberg.

- *substriata*.	Desh., pl. 38, f. 1, 2, 3.	.	.	*	Nice.
					Sables moyens du bassin de la Seine.
- *sulcata*.	Id., pl. 38, f. 8, 9.	.	.	*	Nice.
					Calc. grossier de Paris.
- indét.	. . . .	.	*	.	Le Béloutchistan.
- indét.	Munst.	.	*	.	Le Kressenberg.
MONOMYARIA.					
CONCHIFERA.					
Dimya.	Al. Roua.				
- *Deshayesiana*. . .	Id., pl. 15, f. 3.	*	.	.	Pau.
Modiola.	Lam.				
- *cordata*.	Lam., Desh., pl. 39, f. 17, 18, 19.	.	.	*	Couisa (Aude).
					Calc. grossier de Paris.
- *elegans*.	Sow., pl. 9.	.	.	*	Rouaine (Basses-Alpes).
					Couche infér. de l'argile de Londres.
- *subcarinata*. . . .	Lam., Desh., pl. 39, f. 4, 5; *non* id., Sow., pl. 200, f. 1.	.	.	*	Biaritz.
					Calc. grossier de Paris.
Mytilus.	Linn.				
- *antiquorum*. . . .	? Sow., pl. 275, Al. Brong.	.	.	.	Ronca.
					Crag supérieur de Norwich et crag moy. de Belgique.
- *corrugatus*. . . .	Al. Brong., pl. 5, f. 6.	.	.	*	Gap. - Ronca.
					Kleyn - Spauwen (Limbourg).
- *edulis*.	?? Linn., Al. Brong.	.	.	.	Ronca.
	* Ce rapprochement est plus que douteux.				Espèce vivante.
- *ellipticus*.	Bell.	*	.	.	Nice.
- *lithophagus*. . . .	Linn. (*modiola*) id., Lam., Desh., pl. 38, f. 10, 11, 12.	.	.	*	Asie mineure. - Sinde.
					Form. tert. infér., moy., sup. et vivante.
- *sericeus*.	? Bronn., Gold., pl. 131, f. 12; Nyst, pl. 21, f. 2.	.	.	.	Biaritz.
					Form. tert. moy. et supér. de Belgique, d'Allemagne et d'Italie.
- *subhillanus*. . . .	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 8.	*	.	.	Biaritz.
- *subobtusus*.	Id., mss.	*	.	.	Sinde.
- indét.	Id.	.	.	.	Ib.
	Grande espèce rappelant le *M. suprajurensis*.				
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Munst.	.	*	.	Le Kressenberg.
Pinna.	Linné.				
- *pyrenaica*.	Al. Roua., pl. 15, f. 4.	*	.	.	Pau.

- *transversa*	D'Arch., vol. II, pl. 8, f. 1	*	.	.	Biaritz.
Perna	Brug.				
- indét.	Munst	.	*	.	Le Kressenberg.
Avicula	Brug.				
- indét.	D'Arch. Moule d'une petite espèce très voisine de l'*A. fragilis*, Defr., Desh., pl. 42, f. 10, 11 et 45, f. 14-15.	.	*	.	Mont-Bolca.
Lima	Brug.				
- *Bellardii*	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 12	*	.	.	Biaritz.
- *bulloides*	Lam., Desh., pl. 48, f. 12, 13, 14.	.	.	*	Pau. Calc. grossier de Paris.
- *Perezi*	Bell	*	.	.	Nice.
- *spondylæa*	Id.	*	.	.	Ib.
- *trabayensis*	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 13	*	.	.	Trabay (Landes).
- *unistriata*	Bell	*	.	.	Nice.
- indét.	Leym., p. 370	.	*	.	La montagne Noire.
- indét.	Tallav	.	*	.	Les Corbières. Calc. pisolit. de Paris.
- indét.	D'Arch	.	*	.	Mont Karamass (Asie mineure).
Plagiostoma	Sow.				
- *asperula?*	Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *dubia?*	Id.	*	.	.	Ib.
- *subspinosa*	Id.	*	.	.	Ib.
Pecten	Brug.				
- *amplus*	Bell	*	.	.	Nice.
- *articulatus*	J. de C. Sow., pl. 25, f. 15	*	.	.	Cutch.
- *asperulus?*	Munst. Nous ne savons si cette espèce est celle désignée sous le même nom (Gold., pl. 95, f. 8) et citée à Cassel, mais non au Kressenberg.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *biaritzensis*	D'Arch., vol. II, pl. 8, f. 9	*	.	.	Biaritz.
- *Boissyi*	Id., Mém. de la Soc. géol., 1re sér., vol. II, pl. 13, f. 15, 16. Il est peu probable que l'espèce citée sous ce nom dans le grès vert du Devonshire soit la même que celle de Biaritz.	*	.	.	Ib.
- *Bouei*	Id., mss	*	.	.	Chaîne d'Hala (Sinde).
- *corneus?*	Sow., pl. 204; *non* id., Gold., pl. 98, f. 11. Celle-ci est une espèce du lias citée aussi à tort dans la craie (*Manuel géol.* de M. de la Bèche, p. 360).	.	.	*	Sinde. Belgique. - Stubbington et sables de Bracklesham.
- *Favrei*	D'Arch., mss	*	.	.	Sinde.
- *Gravesi*	Id., vol. III, pl. 12, f. 18	*	.	.	Biaritz.
- *imbricatus*	Desh., pl. 44, f. 16, 17, 18; Gold., pl. 94, f. 9.	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier de Paris.
- *infumatus?*	Lam., Desh., pl. 48, f. 5	.	.	*	Biaritz. Calc. grossier de Paris. - Belgique.
- *lævicostatus*	J. de C. Sow., pl. 24, f. 6	*	.	.	Cutch.

- *lepidolaris ?*...	Lam., Al. Brong.	.	.	.	Ronca. Environs de Montpellier (form. tert. moy.).
- *Menkei*........	Gold., pl. 18, f. 1.............	.	.	*	? Le Kressenberg. Tert. de Bünde.
- *Michelotti*......	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 20, 21.	*	.	.	Biaritz.
- *multistriatus ?*..	Desh., pl. 41, f. 18, 21.........	.	.	*	Nice. - Crimée. Form. tert. infér. du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre.
- *opercularis ?*...	Lam., d'Arch., vol. III, p. 437...	.	.	*	Montfort (Landes). Sables de Bracklesham ; form. tert. moy., supér., et à l'état vivant.
- *ornatus*.......	Desh., var. d'Arch., vol. III, pl. 12, f. 17.	.	.	*	Biaritz. Type, calc. grossier de Paris.
- *parvicostatus*. .	Bell.	*	.	.	Nice.
- *plebeius ?*.	Lam., Desh., pl. 44, f. 1, 2, 3, 4.	.	.	*	Alpes suisses. - Le Kressenberg. - Ronca. Calc. grossier de Paris, du Cotentin, de la Belgique, et cité dans la colline de Superga.
- *punctatus*.....	? Munst ?....................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *quadricostatus*..	? Sow., pl. 36, f, 1, 2.......... Un seul échantillon incomplet d'une petite valve se rapprochant du moins beaucoup de cette espèce.	.	.	.	Nice. Craie.
- *scutularis*.....	?? Lam., Munst. .... Il est difficile de juger si c'est d'après la figure donnée par Knorr que de Munster a fait ce rapprochement.	.	.	.	Ib. - Alpes suisses. Peut-être jurassique ?
- *solea*.........	Desh., pl. 42, f. 12, 13.........	.	.	*	Biaritz. - Nice. Sables infér. et calc. grossier de Paris.
- *soomrowensis*..	J. de C. Sow., pl. 25, f. 14......	*	.	.	Cutch.
- *subdiscors*.....	D'Arch., vol. II, pl. 8, f. 10.....	*	.	.	Biaritz. - Nice.
- *subimbricatus*..	Munst., Gold., pl. 94, f. 8 ; var. *minor*.	*	.	.	Trabay, Hontet, etc. (Landes). - Le Kressenberg.
- *suborbicularis*..	Id., id., pl. 99, f. 12........... Espèce bien voisine du *P. corneus*, *suprà*, si même elle n'est pas identique.	*	.	.	Le Fahneren. - Le Kressenberg. - Les Carpathes (Zakopane).
- *subopercularis*..	D'Arch., vol. III, pl. 12, f. 19...	*	.	.	La Barthe de Pouy (Landes). - Nice.
- *subtripartitus*. .	Id., pl. 12, f. 14, 15, 16........	*	.	.	Biaritz. - Nice. - Rouaine. - Mattsee.

- id., var.	....	.	.	.	Crimée. - Mont Karamass. Faluns de l'Anjou.
- *Tchihatcheffi*.	Id., mss. Espèce voisine du *P. subopercularis*, et plus encore du *P. opercularis*, Lam.	*	.	.	Zafranboli.
- *Thorenti*.	Id., vol. II, pl. 8, f. 8.	*	.	.	Biaritz.
- *vialensis*.	D'Arch., mss. Espèce oblique, remarquable par la similitude des valves, le petit nombre (13), la largeur et le peu d'élévation des côtes qui s'atténuent vers les bords.	*	.	.	Monte-Viale (Vicentin).
- indét.	Id., vol. III, p. 43.	.	*	.	Horsarieu, la Liquet, etc. (Landes).
- indét.	Al. Roua., p. 471.	.	*	.	Pau.
- indét.	Id., ib.	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Rouaine (Basses-Alpes).
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Le Fahneren.-Mattsee.
- indét.	Id. Rappelle par sa forme le *P. reconditus* Sow., pl. 575, f. 5-6.	.	*	.	Sonthofen.
- indét.	Id.	.	*	.	Zakopane (les Carpathes).
- indét.	Id.	.	*	.	Adatchali (Roumélie).
- indét.	Id.	.	*	.	Nebil-Keuï (ib.).
- indét.	Id.	.	*	.	Crimée.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Zafranboli.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id. Espèce voisine du *P. s[illegible]omrowensis* (*suprà*).	.	*	.	Mont Karamass.
- indét.	J. de C. Sow.	.	*	.	Béloutchistan.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch. Espèce voisine des *P. reconditus*, Sow. et *Menkei*, Gold.	.	*	.	Sinde.
Plicatula.	Lam.				
- *aspera*.	Studer (*antè*, p. 82).	*	.	.	Canton de Berne.
- *Beaumontiana*.	Al. Roua., pl. 15, f. 1.	*	.	.	Pau.
- *Caillaudi*.	Bell.	*	.	.	Nice.
- *Koninckii*.	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 5.	*	.	.	Biaritz.
Spondylus.	Linné.				
- *asiaticus*.	D'Arch., mss.	*	.	.	Zafranboli, Karamass.
- *asperatus*.	Munst., Gold.? pl. 106, f. 9.	*	.	.	[illegible]aritz.-Nice.-[illegible]senberg. - Cr[illegible]
- *bifrons*.	Id., id., ib., f. 10.	.	.	*	Biaritz. - Nice

					Castel - Gomberto.
					Form. tert. d'Osnabruck.
- *Buchii*	D'Arch., mss. Espèce très grande (collection de l'École des mines).	*	.	.	Biaritz.
- *cisalpinus*	Al. Brong., pl. 5, f. 1	*	.	.	Nice. - Bavière. - Castel - Gomberto, Sardagna, près Trente, etc. (Vicentin), Monte-Viale, le Kalisberg.
- *detritus*	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 5	*	.	.	Biaritz.
- *dubius*	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 1	*	.	.	Ib.
- *duplicatus*	Gold., pl. 105, f. 6; *non* id. Sow., pl. 559.	.	.	.	Le Kressenberg. - Teissenderf. - Crimée.
					Craie de Quedlinburg.
- *horridus*	Id.	*	.	.	Nice.
- *limoides*	Id.	*	.	.	Ib.
- *multistriatus*	Desh., pl. 45, f. 19-21	.	.	*	Ib.
					Calc. grossier et sables moyens.
- *Nystii*	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 3	.	.	.	Biaritz.
					Faluns de la Touraine.
- *palensis*	Al. Roua	*	.	.	Pau.
- *paucispinatus*	Bell.	*	.	.	Nice.
- *planicostatus*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 2	*	.	.	Biaritz.
- *radula*	Lam., Desh., pl. 46, f. 1, 2, 3. 4, 5.	.	.	.	Ib. - Nice. - Castel-Gomberto?
					Sables du Soissonnais, calc. grossier de Paris et du Cotentin; Belgique.
- *rarispina*	Desh., pl. 46, f. 6-10	.	.	*	Ib. - Ib.
					Sables du Soissonnais, calc. grossier de Paris; Belgique.
- *Rouaulti*	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
- *striatus*	Gold., pl. 106, f. 5	.	.	.	Crimée.
					Craie d'Essen.
- *subspinosus*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 1	*	.	.	Biaritz.
- *Tallavignesii*	Id., mss.	*	.	.	Sinde.
- indét	Id., vol. III, p. 438	.	*	.	Biaritz.
- indét	Tallav.	.	*	.	Les Corbières.
- indét	Id.	.	*	.	Ib.
- indét	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét	Id.	.	*	.	Ib.
- indét	D'Arch.	.	*	.	Zakopane (Carpathes).

- indét.	Id.	.	*	.	Sonthofen.
- indét.	Espèce voisine du *S. rarispina*, suprà.	.	*	.	Crimée.
- indét.	J. de C. Sow.	.	*	.	Béloutchistan.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Égypte.
Gryphæa	Lam.				
- *angusta*	Munst. (v. Gold., p. 32).	*	.	.	Le Kressenberg.
- *Dufrenoyi*	Tallav.	*	.	.	Les Corbières.
- *intermedia*	Munst. (v. Gold., p. 32).	*	.	.	Le Kressenberg.
- *lævigata*	? Munst. N'est probablement pas la *Chama lævigata*, Sow., pl. 604, f. 4, du grès vert.	*	.	.	Ib.
- *lituola*	?? Lam., Munst. Cette espèce est certainement différente de celle décrite par de Lamarck et qui est de la formation jurassique.	.	.	*	? Ib. Tertiaire de Westphalie.
- indét.	D'Arch., vol. II, p. 214.	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Id.	.	*	.	Les Asturies.
Ostrea	Lam.				
- *angulata*	J. de C. Sow., pl. 25, f. 17.	*	.	.	Cutch.
- *anomialis*	Lam., Munst. Cette espèce, quoique indiquée par de Lamarck comme des environs de Paris, ne paraît pas avoir été signalée ni reconnue depuis par personne.	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier de Paris.
- *Archiaci*	Bell. (*O. vesicularis*, var.? d'Arch., vol. III, pl. 13, f. 14).	*	.	.	Biaritz. - Nice.
- *callifera*	Lam., Desh., pl. 51, f. 1, 2; Gold., pl. 83, f. 2; J. de C. Sow., pl. 24, f. 7.	.	.	.	Montaut, La Barthe de Pouy (Landes). - Cutch, Béloutchistan. Form. tert. moy. du bassin de la Seine, de la Belgique, des environs de Mayence, etc.
- *cariosa*	? Desh., pl. 54, f. 5, 6, pl. 61, f. 5, 6, 7.	.	.	*	Biaritz, Trabay. Calc. grossier de Paris; Belgique.
- *caudata*	? Munst., Gold., pl. 77, f. 7.	.	.	*	Biaritz. Form. tert. de Dischingen et Ortenburg.
- *cubitus*	Desh., pl. 47, f. 12, 13, 14, 15.	.	.	*	Nice. Sables moyens.
- *cyathula*	? Lam., Desh., pl. 54, f. 61.	.	.	.	Cassen (Landes). Base de la form. moy. (4[e] groupe) du bassin de la Seine. - Dischingen.
- *cymbula*	? Id., id., pl. 53, f. 2, 3, 4, et pl. 57, f. 8.	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris, sables infé- [illegible]; Belgique.
- *cymbularis*	Munst., Gold., pl. 77, f. [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] berg.
- *dubia*	? Munst. [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

- *flabellula*......	Lam., Desh., pl. 63, f. 5, 6, 7...	.	.	*	Biaritz.- Nice - Canton de Berne. - Klagenfurt. Form. tert. infér. du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. - Ortenburg.
- *Frecheti*......	Tallav.	*	.	.	Départ. de l'Aude et de la Haute-Garonne.
- *gigantea*.....	Brand., pl. 8, f. 88; J. E. V. Fichtel (*Nachr. v. d. Verstein.*, pl. 2, f. 3); Sow., pl. 64; Burtin, pl. 11; *O. latissima*, Desh., pl. 52, 53; id., var. *a*, Mém. Soc. géol. de France, vol. III, pl. 6, f. 1, 2, 3; L. Rousseau, Voy. dans la Russie méridion., vol. II, pl. 4, f. 1 (*optima*); Leym., pl. 17, f. 2; Nyst, pl. 27, 28. Cette variété *a*, distinguée par M. Deshayes, est tellement constante dans une grande partie de la zone nummulitique, où manque le type de l'espèce, que nous serions porté à l'en séparer tout à fait; elle a d'ailleurs quelques caractères particuliers qui l'en éloignent suffisamment. Nous ne savons pourquoi M. Nyst a adopté le mot *gigantica* qui n'est qu'un barbarisme échappé à Brander ou à son imprimeur.	.	.	*	Les Asturies. - Biaritz, La Barthe de Pouy, Trabay, etc. (Landes). - Les Corbières. - Nice. - Le Fahneren. - Le Vicentin. - Gassino. - Hongrie. - Vallée de l'Arda, Bounar-Hissar, cap Kara-Bournou (Roumélie). - Zafranboli (Asie mineure). Le type de l'espèce est de la form. tert. infér. du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. Dans ce dernier pays, il se trouve dans les trois divisions de l'argile de Londres, sables de Brecklesham et argile de Barton.
- *hippopodium*...	Nils., pl. 7, f. 1; His., pl. 13, f. 4.	.	.	.	Trabay, Mariotte, Nerbis, Brassempouy (Landes). Craie du nord-ouest de l'Europe.
- *inscripta*......	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 26....	*	.	.	Biaritz, etc. (Landes).
- *lateralis*......	Nils., pl. 7-10; His., pl. 13, f. 1; Gold., pl. 82, f. 1.	.	.	.	Biaritz, Trabay. - Les Corbières, Gensac (Hautes-Pyrénées). Craie du nord-ouest de l'Europe.
- *lingua*........	J. de C. Sow., pl. 25, f. 20.....	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *longicauda*....	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 3....	*	.	.	Biaritz.
- *Martinsii*.....	Id., ib., pl. 13, f. 25.........	*	.	.	Ib.
- *multicostata*...	Desh., pl. 57, f. 3, 4, 5, 6..... Confondue avec l'*O. flabellula* (su-	.	.	*	Les Corbières, la montagne Noire. -

	prà), par M. J. de C. Sow., pl. 23, f. 18.				Cutch, Sinde. - Égypte? Sables du Soissonnais.
- *orbicularis*....	J. de C. Sow., pl. 24, f. 8......	*	.	.	Nice. - Cutch.
- *palliata*.......	?? Gold., pl. 77, f. 4..........	.	.	.	Biaritz. La coquille de la mollasse de Bâle en diffère assez notablement.
- *Rollandi*......	Tallav..........................	*	.	.	Aude. - Ariége.
- *semiplana*.....	? Sow., pl. 489, f. 3...........	.	.	.	Le Kressenberg. Craie blanche.
- *subhippopodium*.	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 4....	*	.	.	Trabay (Landes).
- *suborbiculata*. .	? Munst.........................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *subpectinata*. . .	? Id............................	*	.	.	Ib.
- *tubifera*.......	J. de C. Sow., pl. 25, f. 19.....	*	.	.	Cutch.
- *vesicularis*.....	Lam. Al. Brong., pl. 3, f. 5; *Gryphæa globosa*, Sow., pl. 393; id., J. de C. Sow., pl. 25, f. 16; *G. expansa*, Sow. (*Trans. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. III, pl. 38, f. 5). Non seulement les échantillons des points extrêmes de la zone nummulitique sont parfaitement comparables, mais encore ils diffèrent beaucoup moins des échantillons types de la craie que ceux-ci de certaines variétés provenant de cette dernière formation, et rapportées à la même espèce.	.	.	.	Biaritz, Trabay, Périgague, etc. (Landes). - Nice. - Appenzell. - Glaris. - Eggerstand. - Sonthofen, Mattsee. - Cap Kara-Bournou, Bounar-Hissar, vallée de l'Arda (Roumélie). - Cutch, Sinde. Craie blanche et supér. du nord-ouest de l'Europe.
- *vulsellæformis*..	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 5....	*	.	.	Trabay (Landes).
- *wisigothorum*...	Tallav..........................	*	.	.	Aude.
- indét.........	Al. Roua., p. 472............	.	*	.	Pau.
- indét.........	Bell...........................	.	*	.	Nice.
- indét.........	Id.............................	.	*	.	Ib.
- indét.........	D'Arch......................... Forme voisine de l'*O. deltoidea*, Sow., *non* Gold.	.	*	.	Sinde.
Vulsella.......	Lam.				
- *exogyra*......	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 7, 8..	*	.	.	Le Hontet, Trabay, etc. (Landes).
- *falcata*......	Gold., pl. 107, f. 10; id., var. *a*, *b*, *c*, d'Arch., vol. II, pl. 8, f. 2, 3, 4................	*	.	.	Biaritz, Trabay, Brassempouy, etc. (Landes). - Le Kressenberg.
- *linguliformis*..	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 6.	*	.	.	Trabay (Landes). - Crimée.
Anomia.......	Brug.				
- *intustriata*....	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 9, 10, 11.	*	.	.	Ib. - Ib.
- indét.........	.... Espèce voisine de l'*A. tenuistriata*, Desh., pl. 65, f. 7-11.	.	*	.	Égypte.

BRACHIOPODA.					
Orbicula.	Cuvier.				
- *tarbelliana*. . . .	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 6.	*	.	.	Biaritz.
Terebratula . . .	Brug.				
- *Alarici*.	Tallav.	*	.	.	Les Corbières, Haute-Garonne.
- *æquilateralis*. . .	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 7.	*	.	.	Biaritz.
- *bisinuata*.	Lam., Desh., pl. 65, fig. 1, 2. . . .	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier de Paris.
- *Delbosii*.	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 13, 14.	*	.	.	Cassen (Landes).
- *elongata*.	Sow., pl. 435, f. 1.	.	.	.	Sonthofen. Craie de Norwich.
- *Faujasii*.	Roem., pl. 7, f. 8.	.	.	.	Biaritz. Craie supér. de Maestricht, de Rugen, du Cotentin.
- *gracilis*.	? Schloth., *antè*, p. 126. . . . . Nous n'avons pu obtenir aucuns renseignements précis sur l'existence réelle de cette espèce à Gassino.	.	.	.	Gassino, près Turin? Craie.
- *montolearensis* .	Leym., pl. 15, f. 13, 14, 15. . . .	*	.	.	Les Corbières, la montagne Noire.
- *sarracena*.	Tallav.	*	.	.	Ib., Haute-Garonne.
- *subregularis*. . .	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *tenuistriata*. . . .	Leym., pl. 15, f. 12 (type), sous le nom de *T. Defrancii?*; var. *a*, d'Arch., vol. II, pl. 7, f. 14; var. *b*, vol. III, pl. 13, f. 12; var. *c*, Leym., pl. 15, f. 11. Nous avons dû prendre pour type de l'espèce non la coquille désignée par M. Leymerie sous le nom de *T. tenuistriata*, mais celle qui, en considérant toutes les variétés, peut être regardée comme la forme normale d'où les autres sont dérivées.	*	.	.	Biaritz (var. *a*), Cassen (var. *b*), Saint-Sever (type et var. *c*), Pau id. - Les Corbières, Gensac (type et var. *c*).
- *Venei*.	Leym., pl. 15, f. 10.	*	.	.	Les Corbières, Gensac.
- *vitrea*.	?? Lam. . . . . Cette espèce citée par Dubois est sans doute différente de l'espèce vivante et l'une de celles que nous indiquons ci-dessous.	.	.	.	Crimée.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 442. . . . . Coquille voisine des *T. bisinuata*, Lam., et *succinea*, Desh.	.	*	.	Biaritz. - Crimée.
- indét.	D'Arch. . . . . Espèce remarquable par la régularité de sa forme semi-circulaire et de ses bords tranchants.	.	*	.	Mattsee.
- indét.	Id. . . . . Espèce dont la forme rappelle celle de la *T. umbonella*, Lam.	.	*	.	Sonthofen.
- indét.	Id. . . . . Espèce que l'on pourrait désigner sous le nom de *T. subnumismalis*, à cause de sa ressemblance avec la *T. numismalis*, Lam., du lias.	.	*	.	Le Kressenberg.

- indét.	Id. Voisine de la *T. tenuistriata*, Leym.	.	*	.	Cap Kara-Bournou (côte de la mer Noire).
- indét.	Id. Voisine de la *T. carnea*, Sow., pl. 15, f. 5, 6; Al. Brong., etc., *non* id., d'Orb., Paléont. franç.	.	*	.	Crimée. - Phrygie.
- indét.	Id. Voisine de la *T. elongata*, Sow., pl. 435, f. 1.	.	*	.	Zakopane (Carpathes). - Phrygie.
GASTEROPODA.					
Dentalium.	Linné.				
- *coarctatum*.	Lam., var. *a*, Desh. (Monog. du genre Dentale, pl. 18, f. 18).	.	.	*	Pau. Form. tert. infér., moy. et supér.
duodecimcostatum	D'Arch., vol. III, p. 443.	*	.	.	Biaritz.
- *grande*.	Desh., Monog. du genre Dentale, pl. 17, f. 1, 2, 3.	.	.	*	Nice. Calc. grossier et sables moy.; Limbourg.
- *Michelini*.	Al. Roua., pl. 15, f. 6.	*	.	.	Pau.
- *niceense*.	Bell.	*	.	.	Nice.
- *strangulatum*.	Desh., *loc. cit.*, pl. 16, f. 28; *D. corneum*, Lam.; *D. coarctatum*, Brocc.; *D. incrassatum*, Sow.	.	.	*	Biaritz, Dax. Form. tert. infér., moy. et supér.; vit dans l'Océan austral.
- *substriatum*.	Desh., pl. 18, f. 1, 2.	.	.	*	Gap. Calc. grossier de Paris; Belgique (groupe calcaréo-sableux).
- *tenuistriatum*.	Al. Roua., pl. 15, f. 5.	*	.	.	Pau.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 443 et vol. II, p. 215. Espèce voisine des *D. fossile*, Linn., *grande*, Desh., *elephantinum*, id., mais dont les échantillons, quoique nombreux, sont toujours fort incomplets.	.	*	.	Biaritz. - L'Untersberg.
Pileopsis.	Montfort.				
- *cornucopiæ*.	Lam., Desh., pl. 2, f. 13-16.	.	.	*	Pau. - Nice. - Ronca. Form. tert. infér. du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre.
- *dilatata*.	Lam., Desh., pl. 2, f. 19, 21.	.	.	*	Nice. Calc. grossier et sables moyens.
- *elegans*.	Desh., pl. 3, f. 16-19.	.	.	*	Akhaltzikhé. Calc. grossier de Paris.
- *semiglobata*.	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
Bulla.	Linné.				
- *cypreata*.	Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *Fortisii*.	Al. Brong., pl. 2, f. 1.	*	.	.	Gap. - Ronca. - Égypte.

- *lata*..........	Munst......................	*	.	.	Le Kressenberg.
- *lignaria*......	Linn., J. de C. Sow., pl. 26, f. 1. Suivant M. J. de C. Sowerby, cette coquille, identique avec l'espèce vivante, différerait sensiblement de la *B. lignaria* figurée et décrite par M. Deshayes (pl. 5, f. 4, 5, 6), qui rapporte aussi la coquille fossile de l'ouest de l'Europe et ses variétés à l'espèce vivante. A en juger d'après la figure, la coquille du Sinde semblerait plus voisine de la *B. Fortisii* que de celle du terrain tertiaire de la France.	.	.	*	Cutch. Vivant dans l'Adriatique. Form. tert. infér., moy. et supér. du nord-ouest et du sud de l'Europe.
- *semicostata*....	Bell......................	*	.	.	Nice.
- *semistriata*....	Desh., pl. 5, f. 27-28; id., var. *a*, Al. Roua., pl. 15, f. 7.	.	.	*	Pau. Sables du Soissonnais.
- *striatella*.....	Lam., Desh., pl. 5, f. 7-9.......	.	.	*	Ronca. Calc. grossier de Paris et sables moy.
- indét.........	Bell......................	.	*	.	Nice.
- indét.........	De Zigno...................	.	*	.	Valdagno.
- indét.........	Id.......................	.	*	.	Ib.
Helix........	Muller.				
- *damnata*......	Al. Brong., pl. 2, f. 2..........	*	.	.	Ronca.
Pupa..........	Lam.				
- indét.........	Leym., p. 370..............	.	*	.	La montagne Noire.
- indét.........	Id., ib....................	.	*	.	Ib.
Bulimus......	Brug.				
- indét.........	Leym., p. 370..............	.	*	.	Ib.
Agathine......	Lam.				
- indét.........	Leym., ib..................	.	*	.	Ib.
Auricula......	Lam.				
- indét.........	Leym., p. 370..............	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id., ib....................	.	*	.	Ib.
Cyclostoma....	Lam.				
- *Braunii*.......	Noulet, Descript. des coq. foss. des calc. lac. de Montolieu et de Conques.	*	.	.	Ib.
Planorbis.....	Geoffroy.				
- *pseudorotundatus*	Matheron, (Catal. des corps organ. foss. des Bouches-du-Rhône, pl. 35, f. 28, 29).	.	.	*	Ib. Groupe des lignites du bassin d'Aix.
- indét.........	Leym., p. 370..............	.	*	.	Ib.
Physa........	Drap.				
- *galloprovincialis*	Math., *loc. cit.*, pl. 36, f. 9, 12..	.	.	*	Ib. Groupe des lignites du bassin d'Aix.
- *gardanensis*...	Id., pl. 36, f. 13, 14.........	.	.	*	Ib. Ib.
- *Michaudi*.....	Id., ib., f. 17, 18............	.	.	*	Ib. Ib.
Lymnæa......	Lam.				
- *Rollandi*......	Noulet, *loc. cit.*..............	*	.	.	Ib.
- *Leymeriei*.....	Id.......................	*	.	.	Ib.
- indét.........	Leym., p. 370..............	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id., ib....................	.	*	.	Ib.

Melania	Lam.				
- *costellata*	Lam., Desh., pl. 12, f. 5, 6, 9, 10, var. *roncana*, Al. Brong., pl. 2, f. 18.	.	.	*	Nice, Gap, Barrême. - Les Diablerets, canton de Berne. - Ronca, val Sangonini. - Akhaltzikhé (Arménie). Sables infér., calc. grossier de Paris et du Cotentin ; sables de Bracklesham.
- *elongata*	Al. Brong., pl. 3, f. 13	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *hordeacea*, var.	Lam., Desh., pl. 13, f. 14, 15, 22, 23.	.	.	*	Nice. Form. tert. infér. du bassin de la Seine.
- *inquinata*	Defr.? Desh., pl. 12, f. 7, 8, 13, 16.	.	.	*	Zafranboli? (Asie mineure). Caractéristique de l'étage des lignites.
- *niceensis*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Stygii*	Al. Brong., pl. 2, f. 10. Très voisine de la *M. lactea*, Lam. ; peut-être n'en est-elle qu'une variété, mais elle n'est pas identique, comme quelques personnes l'ont pensé.	*	.	.	Ronca.
- indét.	Leym., p. 370	.	*	.	Les Corbières.
Paludina	Fér.				
- indét.	Leym., p. 370	.	*	.	Les Corbières.
Ampullaria	Lam.				
- *cochlearia*	Al. Brong., pl. 2, f. 20	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *conica*	Lam., Desh., pl. 17, f. 7, 8	.	.	*	Le Kressenberg. Sables moyens et inférieurs.
- *obesa*	Al. Brong., pl. 2, f. 19	*	.	.	Montecchio - Maggiore, Castel-Gomberto.
- *perusta*	Defr., Al. Brong., pl. 2, f. 17	*	.	.	Ronca.
- *pygmæa*	Lam., Desh., pl. 17, f. 15, 16	.	.	*	Pau. Calc. grossier de Paris.
- *spirata*	Lam., Desh., pl. 16, f. 10, 11	.	.	*	Val Sangonini. Calc. grossier de Paris et sables inférieurs.
- *subconica*	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *Vulcani*	Al. Brong., pl. 2, f. 16	*	.	.	Gap. - Ronca.
- indét.	Studer. (*antè*, p. 82)	.	*	.	Canton de Berne.
- indét.	...(*antè*, p. 89); Al. Brong., p. 43.	.	*	.	Les Diablerets, le Titlis.
Niso	Risso.				
- *terebellatus*	Bronn, Nyst, pl. 27, f. 29 ; Al. Roua., pl. 15, f. 8 ; *Bulimus* id., Lam., Desh., pl. 9, f. 1, 2; *Bonellia* id.; Desh.	.	.	*	Pau. Form. tert. infér., moyenne et supér.

Neritina.	Lam.				
– *conoidea*	Desh., pl. 18; *Nerita Schmideliana*, Chemn.; *N. perversa*, Linn., de Blainv. *N. conoidea*, Lam., de Roiss.; Al. Brong., pl. 2, f. 22, *Neritina perversa*, Lam., Defr., *N. grandis*, J. de C. Sow., pl. 24, f. 9.	*	.	.	Les Corbières, Montolieu, Belesta, le mont Perdu. - Nice. - Ronca, le Kalisberg. - Porcsesd (Hongrie). - Bassin infér. de l'Araxès. - Cutch, Sinde. - Égypte. Caractéristique des *lits coquilliers* des sables inférieurs du Soissonnais.
– *Fischeri*	Brunn.	*	.	.	Le Ralligstœcke.
Nerita.	Linn.				
– *Acherontis*	Al. Brong., pl. 2, f. 13	*	.	.	Ronca.
– *Caronis*	Id., ib., f. 14	*	.	.	Castel-Gomberto.
– *crassa*	Bell.	*	.	.	Nice.
Neritopsis.	Grateloup. Dans plusieurs publications, entre autres dans la Paléontologie française, on a écrit par erreur *Nerilopsis*.				
– *pustulosa*	Bell.	*	.	.	Nice.
Natica.	Adanson, Brug.				
– [illegible]	Leym., pl. 15, f. 16	*	.	.	Les Corbières.
– *albasiensis*	Id., ib., f. 17	*	.	.	Ib.
– *Bagiei*	Al. Roua., pl. 15 f. 2	*	.	.	Pau.
– *bazarkoiensis*	D'Arch.	*	.	.	Zafranboli, Bazarkoï.
– *bicarinata*	Bell	*	.	.	Nice.
– *brevispira*	Leym,. pl. 16, f. 4. Désignée à tort sous le nom de *N. brevissima, antè*, p. 37.	*	.	.	Les Corbières, Montolieu.
– *callosa*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 2	*	.	.	Cutch, Sinde.
– *canrena*	? Lam., Munst. La synonymie de cette espèce est d'ailleurs trop embrouillée pour qu'on puisse rien conclure de la coquille qu'a désignée de Munster.	.	.	.	Le Kressenberg. Form. tert. moy. du bassin de la Garonne, etc., et vivante.
– *cepacœa*	Lam., Desh., pl. 22, f. 5, 6	.	.	*	Nice.-Val de Chiampo, S. Giovane-Hilarion. Calc. grossier de Paris et du Cotentin.
– *cirriformis*	Sow., pl. 479? Munst. Ce rapprochement nous paraît très douteux.	.	.	.	Le Kressenberg. Crag rouge du Suffolk.
– *compressa*	(*Ampullaria* id., de Bast., pl. 4, f. 17).	.	.	.	Akhaltzikhé (Arménie). Faluns du bassin de la Garonne.
– *crassatina*	Desh., pl. 20, f. 1, 2	.	.	*	Crimée. Marnes marines

					supér. du bassin de la Seine.
- *depressa*......	Desh., pl. 20, f. 12, 13; *Ampullaria* id., Lam., Al. Brong.	.	.	*	Val Sangonini. Sables infér. et calc. grossier de Paris; argile de Londres, de Barton, etc.
- *epiglottina*.....	Lam., Desh., pl. 20, f. 5, 6, 11..	.	.	*	Ronca. Sables du Soissonnais et calc. grossier de Paris.
- *glaucinoides*...	? Desh., pl. 20, f. 7-8; Al. Roua., pl. 16, f. 3.	.	.	*	Pau. Sables du Beauvoisis et sables moyens.
- *hemiclausa*....	? Sow., pl. 479, f. 2; Munst.....	*	.	.	Le Kressenberg. Crag rouge du Suffolk.
- *hybrida*.......	Desh., pl. 19, f. 17, 18.........	.	.	*	Pau. - Nice. - Le Kressenberg. Sables infér. du Soissonnais et sables moyens; sables de Bracklesham; Bruxelles.
- *intermedia*.....	Id., pl. 22, f. 1, 2............	.	.	*	Althofen (Carinthie). Sables inf. et calc. grossier de Paris.
- *labellata*.......	Lam., Desh., pl. 20, f. 3, 4....	.	.	*	Pau. - Gap. Sables infér. et sables du Beauvoisis; calc. grossier et sables moyens; argile de Londres.
- *longispira*.....	Leym., pl. 16, f. 3.............	*	.	.	La montagne Noire.
- *mutabilis*......	Desh. pl. 21, f. 11, 12.........	.	.	*	Nice. - Gap. - Ronca. Sables infér.; calc. grossier de Paris et d'Hauteville; sables moyens; argile de Londres.
- *obscura*.......	J. de C. Sow., pl. 26, f. 2......	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *patula*........	Lam., Desh., pl. 21, f. 3, 4; *Ampullaria* id., Sow., p. 284.	.	.	*	Nice. Calc. grossier et sables infér.; Belgique; argile de Barton.
- *ponderosa*.....	Desh. pl. 17, f. 13, 14 (*Ampullaria* id.).	.	.	*	Ib. Sables moyens du bassin de la Seine; sables de Bracklesham et argile de Barton.

- *sigaretina*....	Desh., pl. 21, f. 5, 6..........	.	.	*	Biaritz, Brassempouy. - La montagne Noire. - Nice, Barrême. - Le Vicentin. - Sinde. Sables infér. et calc. grossier du bassin de la Seine; groupe calc. sabl. de la Belgique; argile de Barton.
- *spirata*.......	? Desh., pl. 21, f. 1, 2.........	.	.	*	Biaritz? - Barrême. - Le Kressenberg. Sables infér.
- *Willemetii*....	Desh., pl. 17, f. 11, 12 (*Ampullaria* id.).	.	.	*	Nice. Calc. grossier et sables moy.- Sables de Bracklesham.
- indét.........	D'Arch., vol. II, p. 215........	.	*	.	Biaritz.
- indét.........	Leym., p. 371...............	.	*	.	La montagne Noire.
- indét.........	D'Arch. .... Très grande espèce, voisine de la *Natica ponderosa*, telle que la comprend M. Grateloup (Conchyl. foss. des terrains tert., etc., pl. 2 des Natices). C'est probablement celle dont Al. Brongniart cite un fragment aux Diablerets (p. 43).	.	*	.	Gap.-Les Diablerets?
- indét.........	Ehrlich (*antè*, p. 104)..........	.	*	.	Mattsee (Bavière).
- indét.........	D'Arch., mss.................	.	*	.	Balouk-Keul (Roumélie).
- indét.........	Id.	.	*	.	Mont Karamass (Asie mineure).
- indét.........	Id. .... Espèce voisine de l'*Ampullaria conica*, Desh.	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id. .... Semble être une var. *minor* de la *N. longispira*, Leym., *suprà*.	.	*	.	Sinde.
- indét.........	Id. .... Forme crétacée voisine de la *N. prælonga*, Desh., *in* Leym.	.	*	.	Ib.
- indét.........	....	.	*	.	Egypte.
Globulus......	Sow.				
- ? *anguliferus*...	J. de C. Sow., pl. 26, f. 4......	*	.	.	Cutch.
- *obtusus*.......	Id., pl. 24, f. 10.............	*	.	.	Ib., Béloutchistan.
Sigaretus......	Lam.				
- *karamassensis*..	D'Arch.	*	.	.	Mont Karamass (Asie mineure).
Tornatella.....	Lam.				
- *alligata*.......	? Desh., pl. 23, f. 3, 4.........	.	.	*	Biaritz. - La Mure (Basses-Alpes). Sables inférieurs; marnes marines supér. du bassin de la Seine; faluns de Dax et de Bordeaux.

- *costata*	(Acteon) Bell	*			Nice.
- *inflata*	Fér., Desh., pl. 24, f. 4, 5, 6; *Auricula simulata?* Sow., pl. 163.			*	La Mure.- L'Untersberg. Sables infér., calc. grossier de Paris et du Cotentin. Highgate et argile de Barton. Belgique.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 444		*		Biaritz.
- indét.	Id.		*		Ib.
Acteonella	D'Orb.				
- ? *multidentata*	D'Arch., mss	*			Sinde.
Vermetus	Adanson.				
- ? *Genyi*	Bell	*			Nice.
- ? *hexagonus*	Al. Roua., pl. 15, f. 10	*			Pau.
- *lævis*	Bell	*			Nice.
- *lima*	Id.	*			Ib.
- *limoides*	Id.	*			Ib.
- *squamosus*	Al. Roua., pl. 15, f. 9	*			Pau.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 445		*		Biaritz.
Siliquaria	Lam.				
- *anguina*	Id., Bronn, pl. 36, f. 17; *S. Grantii*, J. de C. Sow., pl. 25, f. 2.				Cutch, Sinde. Form. tert. moy. d'Italie; Touraine? Vit dans la mer des Indes.
- *lima*	Bell	*			Nice.
Scalaria	Lam.				
- *decussata*	Lam., Desh., pl. 23, f. 1, 2 (*mala*).			*	Biaritz. Calc. grossier de Paris; Dax (form. tert. moyenne).
- *semicostata*	Sow., pl. 577, f. 6			*	Ib. Argile de Barton.
- *subundosa*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 18	*			Ib.
- indét.	Id., ib., f. 17		*		Ib.
- indét.	Id. Voisine de la *S. decussata*, Lam.		*		Sinde.
Delphinula	Lam.				
- *calcar*	Id., Desh., 23, f. 11, 12			*	Nice. Calc. grossier de Paris.
- *Cordieri*	D'Arch., mss Espèce voisine de la précédente.	*			Sinde.
- *scobina*	Al. Brong., pl. 2, f. 7 (*Turbo* id.).				Castel-Gomberto. - Akhaltzikhé. Form. tert. moy. des environs de Dax.
- *Viquesneli*	D'Arch., mss Espèce voisine de la *D. Warnii*, Defr.	*			Orta-Keuï, vallée de l'Arda (Roumélie).
Solarium	Lam.				
- *affine*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 5.	*			Cutch.

- *marginatum*	? Desh., pl. 25, f. 21, 22	.	.	*	Biaritz. Sables infér. du Soissonnais; Belgique.
- *planoconcavum*	Al. Roua., pl. 15, f. 12	*	.	.	Pau.
- *plicatum*	Lam., Desh., pl. 24, f. 16, 18	.	.	*	Ib. Sables du Soissonnais; calcaire grossier de Paris et du Cotentin; argile de Barton et sables de Brackle-sham.
- *Pomeli*	Al. Roua., pl. 15, f. 11	*	.	.	Pau.
- *simplex*	Leym., pl. 16, f. 7	*	.	.	Conques, Montolieu.
- *umbrosum*	Al. Brong., pl. 2, f. 12	*	.	.	Ronca.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 444	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Tallav.	.	*	.	La montagne Noire.
Trochus	Linné.				
- *agglutinans*	Lam., Desh., pl. 31, f. 8, 9, 10	.	.	.	Le Kressenberg. - Vicentin. - Akhaltzikhé. - Sinde. Sables inférieurs, moy., et calc. grossier de Paris. Belgique (sables du Limbourg et groupe calc. sableux). Sables de Brackle-sham et argile de Barton.
- *Boscianus*	Al. Brong., pl. 2, f. 11	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *cumulans*	Id., pl. 4, f. 1	*	.	.	Nice. - Valdagno, Castel-Gomberto. - Sinde?
- *dubius*	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *giganteus*	Dubois	*	.	.	Le Grünten. - Crimée.
- *giganteus*	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *infundibulum*	? Munst.	*	.	.	Ib.
- *laevissimus*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Lucasianus*	Al. Brong., pl. 2, f. 6	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *monilifer*	? Lam., Desh., pl. 28, f. 1-6	.	.	*	Sinde. Sables moy.; argile de Barton.
- *nicoensis*	Bell	*	.	.	Nice.
- *subsulcatus*	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *turbinatus*	? Id.	*	.	.	Ib.
- *turgidulus*	Brocc., Bast., pl. 1, f. 20	.	.	.	Biaritz. Faluns du bassin de la Garonne.
- indét.	*An Pleurotomaria?* d'Arch., vol. III, p. 444	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Bell	.	*	.	Nice.

- indét.	D'Arch., mss	.	*	.	Kara-Bournou (esp).
- indét.	Id.	.	*	.	Crimée.
- indét.	(*Antè*, p. 180)	.	*	.	Bassin inférieur de l'Araxes.
Monodonta	Lam.				
- *Cerberi*	Al. Brong., pl. 2, f. 8	*	.	.	Val Sangonini.
- *Martinsii*	D'Arch., mss	*	.	.	Sinde.
Pleurotomaria	Defr.				
- *concava*	Desh., pl. 32, f. 1, 2, 3	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
- *Deshayesii*	Bell	*	.	.	Ib.
Turbo	Montfort.				
- *Asmodei*	Al. Brong., pl. 2, f. 8	*	.	.	Ronca.
- *Buchii*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 21	*	.	.	Biaritz.
- *cognatus*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 6	*	.	.	Cutch.
- *Damouri*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 16	*	.	.	Biaritz.
- *lapurdensis*	Id., ib., f. 20	*	.	.	Ib.
- *Saissei*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Weymanni*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 15	*	.	.	Biaritz.
- indét.	Id., mss	.	*	.	Sinde.
Phasianella	Lam.				
- indét.	Bell	.	*	.	Nice.
- indét.	D'Arch	.	*	.	Zafranboli.
- indét.	Id. Forme générale et dimensions de la *P. neocomiensis*, d'Orb.	.	*	.	Sinde.
Turritella	Lam.				
- *angulata*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 7	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *Archimedis*	Al. Brong., pl. 2, f. 8; *T. subcarinata*, Defr.; *T. scalaria* et *duplicata*, Dubois (Foss. de la Pod., pl. 2, f. 18-20).	.	.	.	Les Corbières. - Ronca. - Egypte. Faluns de l'Anjou, de Bordeaux, etc.; Superga; Volhynie et Podolie.
- *asperula*	Id., pl. 2, f. 9	*	.	.	Biaritz. - Ronca.
- *assimilis*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 8	*	.	.	Cutch.
- *carinifera*	Desh. pl. 36, f. 1, 2	.	.	*	Biaritz. Sables infér. et calc. grossier de Paris.
- id., var. *a* et *b*.	Al. Roua., pl. 15, f. 13, 14	.	.	.	Pau.
- *conoidea*	Sow., pl. 51, f. 1-4; Al. Roua., pl. 15, f. 15.	.	.	*	Ib. Argile de Barton.
- *Deshayesii*	D'Arch., mss	*	.	.	Sinde.
- *disjuncta*	Tallav.	*	.	.	La montagne Noire.
- *Dufrenoyi*	Leym., pl. 16, f. 5	*	.	.	Les Corbières.
- *Duvalii*	Al. Roua., pl. 15, f. 16-18	*	.	.	Pau.
- *imbricataria*	Lam., Desh., pl. 35-38 Plusieurs var., particulièrement la var. *b*, des sables inférieurs. Il arrive souvent que l'on confond d'autres espèces avec celle-ci. M. Morris y rapporte les *T. conoidea* (*suprà*) *edita* et *brevis*, Sow., pl. 51, et nous serions disposé à adopter en partie cette manière de voir.	.	.	*	Biaritz. - Les Corbières. - Nice, Gap. - Alpes suisses. Ronca, entre Bassano et Possagno. - Crimée. - Akhalt-

					zikhé et bassin inférieur de l'Araxes. - Egypte. Calcaire grossier (type); sables infér. du Soissonnais, var. *b;* sables de Bracheux, var. *c;* argile de Londres, sables de Bracklesham et de Barton; groupe calcaréo-sableux de la Belgique.
- *inscripta*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 19	*	.	.	Biaritz.
- *incisa*	Al. Brong., pl. 2, f. 4	*	.	.	Ronca.
- *uniangularis*	Lam., Desh., pl. 40, f. 28, 29; var. *a*, Al. Roua., pl. 15, f. 19.	.	.	*	Pau. Type, calc. grossier de Paris.
- *vittata*	.... Cette espèce, attribuée à de Lamarck, dans la liste des fossiles que M. Murchison a placée à la fin de son mémoire sur la struct. géol. des Alpes, etc., ne serait-elle pas la *T. fasciata*, Lam., Desh., pl. 38 et 39 ?	.	.	*	Nice, le Vicentin, Sinde. - Egypte. Environs de Paris (d'après M. Murchison).
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 446	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Al. Roua., p. 478	.	*	.	Pau.
- indét.	Id	.	*	.	Ib.
- indét.	Studer (*antè*, p. 82)	.	*	.	Canton de Berne.
- indét.	*Antè*, p. 111. Voisine de la *T. imbricataria*, *suprà*.	.	*	.	Althofen (Carinthie).
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Cap Kara-Bournou (côte de la mer Noire).
- indét.	Id. Prise à tort pour la *T. imbricataria*, (Bull., 2e sér. vol. VI, p. 369).	.	*	.	Sinde.
- indét.	Id. Fragment très fruste d'une grosse espèce courte.	.	*	.	Ib.
Nerinæa	Defr.				
- *Bruckenthali*	Neugeb. (*antè*, p. 168)	*	.	.	Porcsesd (Hongrie).
- ? *Verneuili*	D'Arch., mss. Coquille conoïde très remarquable, que nous plaçons ici provisoirement, car elle n'a des Nérinées qu'une fente profonde au bord gauche, le long de la suture, et une callosité très épaisse, qui recouvre le bord droit; on n'y observe point de pli, et la columelle n'est pas perforée. La position de la fente, la callosité de la base et l'absence du canal l'éloignent aussi des *Murchisonia*.	*	.	.	Sinde.
- *supracretacea*	Bell	*	.	.	Nice.
Cerithium	Adanson.				
- *acutum*	Desh., pl. 43, f. 1, 2, 3, 4	.	.	*	Les Corbières. Sables infér. du Soissonnais.

- *albasiense*.	Leym., pl. 16, f. 12...........	*	.	.	Ib.
- *ampullosum*. ..	Al. Brong., pl. 3, f. 18.........	.	.	.	Castel-Gomberto. Faluns de Bordeaux.
- *baccatum*.	Defr., Al. Brong., ib., f. 22.....	*	.	.	Ronca.
- *Bonelli*.	Desh., pl. 50, f. 21, 23........	.	.	*	Gap. Calc. grossier de Paris.
- *bicalcaratum*. .	Al. Brong., pl. 3, f. 16........	*	.	.	Ronca.
- *calcaratum*. ...	Id., ib., f. 15................	*	.	.	Ib.
- *Castellini*......	Id., ib., f. 20................	*	.	.	Gap. - Ronca, etc., Vicentin.
- *combustum*....	Defr., Al. Brong., pl. 3, f. 17...	*	.	.	Althofen (Carinthie).
			.		- Ronca.
- *conjunctum*....	?Desh., pl. 75, f. 1-3..........	.	.	.	Pau. Marnes marines supér. du bassin de la Seine.
- *contractum*. ...	Bell......................	*	.	.	Nice.
- *Cordieri*.	Desh., pl. 52, f. 8, 14, 15......	.	.	*	Gap. Sables moyens.
- *cornucopiæ*....	Sow., pl. 188, f. 1-4; *C. armatum* de Munst.	.	.	*	Nice. - Ronca. Hauteville (Manche); sables de Bracklesham.
- *corrugatum*....	Al. Brong., pl. 3, f. 25.........	.	.	.	Ronca. Faluns de Bordeaux.
- *corrugatum*. ..	J. de C. Sow., pl. 26, f. 11..... M. J. de C. Sowerby, en décrivant cette coquille, ne mentionne point celle d'Al. Brongniart, dont elle diffère en effet.	*	.	.	Cutch.
- *crenatulatum*. .	Desh., pl. 41, f. 5, 6, 19.......	*	.	*	Gap. Sables moyens.
- *Deshayesianum*.	Leym., pl. 16, f. 6............	*	.	.	Les Corbières.
- *Diaboli*.......	Al. Brong., pl. 6, f. 9..........	.	.	.	Les Diablerets, Gurnigel, bords du lac de Thun, le Titlis, etc. Faluns de Dax.
- *elegans*.......	Desh., pl. 51, f. 10-12.........	.	.	.	Les Diablerets. Marnes marines supér. du bassin de la Seine.
- *fodicatum*......	Bell......................	*	.	.	Nice.
- *fusiforme*.	Leym., pl. 16, f. 11...........	*	.	.	Les Corbières.
- *giganteum*.....	Lam., Desh, pl. 42; Sow.. pl. 188, f. 2. On a rapporté à cette espèce des moules provenant de couches à Nummulites de divers pays, et parmi ceux que nous avons pû examiner, il y a certainement deux espèces différentes de celle des bassins du nord-ouest.	.	.	*	Nice. - Ronca, vallée Cunella (Vicentin). Setti communi. Caractéristique du calc. grossier moy. de Paris; groupe calcaréo-sableux de Belgique (très rare);

					sables de Brackle-sham.
- *Hellii*	D'Arch., mss..................	*	.	.	Sinde.
- *hexagonum*....	Lam., Desh., pl. 45, f. 4, 5 et 48, f. 15, 16; *C. Maraschini*, Al. Brong., pl. 3 f. 19; *C. pentagonum*, Fortis.	.	.	*	Ronca, Vicentin. Calc. grossier de Paris; argile de Barton.
- *inversum*......	Lam., Desh., pl. 56, f. 15, 17...	.	.	*	Pau. Calc. grossier de Paris et sables du Soissonnais.
- *involutum*.....	Lam., Desh., pl. 41, f. 10-13.... Nous ne pensons pas que cette espèce soit l'analogue du *Potamides margaritaceus*, Sow., pl. 339, f. 4, comme l'admet M. Deshayes.	.	.	*	Les Corbières.
- *lamellosum*....	Lam., Desh., pl. 56, f. 15, 17....	.	.	*	Althofen (Carinthie). Calc. grossier de Paris.
- *Lejeunei*.......	Al. Roua., pl. 16, f. 4...........	*	.	.	Pau.
- *lemniscatum*...	Al. Brong., pl. 2, f. 24..........	*	.	.	Ronca.
- *Leymeriei*.....	D'Arch., *C. giganteum?* Leym., pl. 16, f. 2. La comparaison du moule provenant des couches nummulitiques de la montagne Noire avec celui du *C. giganteum* du calcaire grossier ne permet pas d'admettre l'identité des coquilles auxquelles ils sont dus.	*	.	.	La montagne Noire. - Zafranboli, Crimée? - Roumélie? - Bassin infér. de l'Araxes?
- *multisulcatum*..	Al. Brong., pl. 3, f. 14.........	*	.	.	Ronca.
- *mutabile*......	Lam., Desh., pl. 47, f. 16-22, et pl. 48, f. 1, 2.	.	.	*	Althofen (Carinthie). Sables moyens.
- *palense*.......	Al. Roua., pl. 16, f. 6 (*C. Koninckii*, Bull., 2e sér., vol. V, p. 304).	*	.	.	Pau.
- *plicatum*......	Lam., Al. Brong., pl. 6, f. 2; Desh., pl. 55, f. 5-9.	.	.	.	Gap. - Ronca, Castel-Gomberto. Marnes marines supér. du bassin de la Seine; faluns de Bordeaux, de Dax et de Montpellier; Alzey.
- *polygonum*....	Leym., pl. 16, f. 13........... Désigné à tort sous le nom de *C. polymeres*, *antè*, p. 89.	*	.	.	Les Corbières. - Les Diablerets.
- *Prattii*........	Al. Roua., pl. 16, f. 7.........	*	.	.	Pau.
- *propinquum*....	Desh., pl. 41, f. 14-16...........	.	.	*	Les Corbières. Sables moyens.
- *rude*..........	J. de C. Sow., pl. 26, f. 10.....	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *semigranulosum*.	Lam., Desh., pl. 54, f. 3-6......	.	.	*	Gap. Calc. grossier de Paris et sables du Soissonnais.
- *subangulosum*..	Bell........................	*	.	.	Nice.

- *subfragile*	Al. Roua., pl. 16, f. 8	*	.	.	Pau.
- *sublamellosum*	D'Arch., vol. II, pl. 9, f. 8	*	.	.	Biaritz.
- *subpyrenaicum*	Leym., pl. 16, f. 10	*	.	.	Départ. de l'Aude et de l'Ariége.
- *subspinatum*	Bell.	*	.	.	Nice.
- *sulcatum*	Brug., var. *roncanum*, Al. Brong., pl. 3, f. 23.	*	.	.	Ronca.
	Cette espèce est-elle réellement l'analogue de la coquille vivante? M. Deshayes n'en fait aucune mention (2e éd. de Lamarck, vol. IX, p. 285).				
- *stropus*	Al. Brong., pl. 2, f. 21	*	.	.	Castel-Gomberto.
- *Tchihatcheffi*	D'Arch.	*	.	.	Zafranboli, mont Karamass.
- *turris*	Desh., pl. 51, f. 13, 14	.	.	*	Le Ralligstœcke. Etage des lignites du bassin de la Seine. Sables de Bracklesham.
- *undosum*	Al. Brong., pl. 3, f. 12	*	.	.	Ronca.
- *Van den Heckei*	Bell.	*	.	.	Nice.
- *Venei*	Leym., pl. 16, f. 14	*	.	.	Aude.
- *vellicatum*	Bell.	*	.	.	Nice.
- *Verneuili*	Al. Roua., pl. 16, f. 5	*	.	.	Pau.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 446	.	*	.	Biaritz.
	Espèce voisine du *C. pyreniforme*, Desh.				
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
	Espèce voisine des *C. semicoronatum*, Desh., et *baccatum*, Al. Brong.				
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
	Fragment voisin des *C. mutabile*, Lam., et *Blainvillei*, Desh.				
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Al. Roua., p. 480	.	*	.	Pau.
	Fragment de la taille du *C. giganteum*.				
- indét.	Leym., p. 471	.	*	.	Laserre.
- indét.	Id., ib.	.	*	.	La montagne Noire.
- indét.	Tallav.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Les Corbières.
- indét.	Id.	.	*	.	Ariége.
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	La Mure (Basses-Alpes).
- indét.	D'Arch., mss.	.	*	.	Cap Kara-Bournou (côte sud de la mer Noire).
- indét.	Id.	.	*	.	Roumélie.
	Voisin du *C. spinosum*, Desh.				
- indét.	Id.	.	*	.	Balouk-Keul (Roumélie).
	Voisin du *C. bicalcaratum*, suprà.				
Triforis	Desh.				
- *biplicatus*	Alex. Roua., pl. 16, f. 9	*	.	.	Pau.
- *conoidalis*	Id., pl. 16, f. 10	*	.	.	Ib.
Pleurotoma	Lam.				
- *Angeloti*	Al. Roua., pl. 16, f. 25	.	.	.	Ib.

— *angustata*	Munst., Gold., pl. 171, f. 1	*	.	.	Le Kressenberg.
— *Archiaci*	Al. Roua., pl. 20, f. 21	*	.	.	Pau. - Fabresan (Aude).
— *bifasciata*	(*Fusus* id., Sow., pl. 228), var. Al. Roua.	.	.	*	Ib. Argile de Londres; argile de Barton.
— *carinata*	? Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
— *clavicularis*	Lam., Desh., pl. 69, f. 17, 18; Al. Roua., pl. 16, f. 14.	.	.	*	Pau. - Nice. - Ronca. Sables infér.; calc. grossier de Paris et sables moyens.
— *dentata*	Id., id., pl. 62, f. 3, 4, 7, 8; Al. Roua., pl. 16, f. 24. var. *c.*	.	.	*	Pau. Sables inférieurs, calc. grossier de Paris et sables moy. Sables de Bracklesham.
— *denticula*	De Bast., pl. 3, f. 2; Bellardi, Monogr. des Pleurotomes, pl. 3, f. 7.	.	.	.	Ib. Faluns de Touraine, de Bordeaux, de Dax, Turin, etc. Belgique.
— *elongata*	? Desh., pl. 69, f. 19, 20	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
— *Ferrandi*	Al. Roua., pl. 17, f. 2	*	.	.	Pau.
— *glabrata*	Lam., Desh., pl. 69, f. 7, 8	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier de Paris.
— *goniophora*	Bell	*	.	.	Nice.
— *Gravesi*	Al. Roua., pl. 16, f. 28	*	.	.	Pau.
— *Heberti*	Id., pl. 17, f. 3	*	.	.	Ib.
— *interrupta*	Sow., pl. 304 (*Murex*)	.	.	*	Le Kressenberg. Argile de Londres, argile de Barton.
— *labiata*	Desh., pl. 68, f. 23, 24	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
— *Lehoni*	Al. Roua., pl. 16, f. 26	*	.	.	Pau.
— *lineolata*	Lam., Desh., pl. 69, f. 11-14	.	.	*	Gap. Calc. grossier de Paris.
— *marginata*	Id., id., pl. 70, f. 7, 8; Al. Roua., pl. 16, f. 16.	.	.	*	Pau. - Nice. - Vicentin. Calc. grossier de Paris.
— *Omalii*	Al. Roua., pl. 16, f. 27	*	.	.	Pau.
— *palensis*	Id., pl. 16, f. 17	*	.	.	Ib.
— *Perezi*	Bell	*	.	.	Nice.
— *Pillæ*	Al. Roua., pl. 17, f. 1	*	.	.	Pau.
— *prisca*	Sow., pl. 388; Desh., pl. 69, f. 1, 2.	.	.	*	Nice. Calc. grossier supérieur et sables moy. Argile de Bar-

					ton; Brachlesham, Scheppey, Bruntfort.
— *semicolon*......	Sow., pl. 146, f. 6..............	.	.	*	Entre Bassano et Possagno. Belgique. Argile de Barton; Highgate.
— *subcarinata*.....	Al. Roua., pl. 16, f. 23..........	*	.	.	Pau.
— *subvaricosa*.....	Id., ib., f. 29..................	*	.	.	Ib.
— *Tallavignesii*...	Id., ib., f. 18, 19..............	*	.	.	Ib.
— *undata*........	Lam., Desh., pl. 63, f. 11-13 et 64, f. 21-23.	.	.	*	Bassano. Sables infér. et calc. grossier de Paris.
— indét..........	D'Arch., vol. III, p. 446......... Voisin du *P. ramosa*, De Bast., pl. 3, f. 15.	.	*	.	Biaritz.
— indét..........	Id.............................. Voisin du *P. subdecussata*, Desh., pl. 70, f. 1, 2.	.	*	.	Ib.
— indét..........	Id.............................. Voisin du *P. Bellardii*, Des Moul.	.	*	.	Ib.
— indét..........	Bell............................	.	*	.	Nice.
— indét..........	D'Arch...........................	.	*	.	Sinde.
Cordieria........	Al. Roua.				
— *biaritzana*......	Id., pl. 17, f. 5 et 6............	*	.	.	Biaritz, Pau.
— *iberica*.........	Id., ib., f. 7....................	*	.	.	Pau.
— *pyrenaica*.......	Id., pl. 17, f. 4................	*	.	.	Ib.
Turbinella.......	Lam.				
— *affinis*........	J. de C. Sow., pl. 26, f. 22......	*	.	.	Cutch. - Sinde.
— *bulbiformis*....	Id., pl. 24, f. 11................	*	.	.	Ib., Béloutchistan.
— *pyrenaica*......	Al. Roua., pl. 16, f. 11..........	*	.	.	Pau.
— indét..........	Al. Brong., p. 43................	.	*	.	Les Diablerets.
Cancellaria......	Lam.				
— *evulsa*........	Sow., pl. 361, f. 2-4; Desh., pl. 79, f. 27, 28, var. *b*.	.	.	*	Pau. Calc. grossier et sables infér. Argile de Boom (Belgique); argile de Barton.
— *Vicarii*........	D'Arch., mss.....................	*		.	Sinde.
Fusus..........	Lam.				
— *aciculatus*......	Id., Desh., pl. 71, f. 7, 8; *F. acuminatus* et *asper*, Sow., pl. 224, f. 1-7.	.	.	*	Biaritz? Pau. Sables du Soissonnais et calc. grossier de Paris. Highgate; argile de Barton et sables de Bracklesham.
— *Bellardii*......	Al. Roua., pl. 17, f. 12.........	*	.	.	Pau.
— *bulbiformis*....	Lam., Desh., pl. 78; *Murex pyrus* et *bulbus*, Sow., pl. 291.	.	.	*	Les Corbières. Sables moyens et calc. grossier de Paris; sables infér. du Soissonnais;

					groupe calcar. sabl. de la Belgique. Argiles de Barton et de Bracklesham.
- *Bucklandi*.....	D'Arch., mss................	*	.	.	Sinde.
- *conjunctus*.....	Desh., pl. 70, f. 16, 17........	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
- *Davidsoni*.....	Al. Roua., pl. 17, f. 11........	*	.	.	Pau.
- *ficulneus*......	Lam., Desh., pl. 73, f. 21-26; Sow., pl. 291, f. 7.	.	.	*	Crimée. Sables moy., calc. grossier et sables infér. du bassin de la Seine. Groupe calcar. sabl. de la Belgique. Argiles de Barton et de Bracklesham. Podolie.
- *granosus*......	J. de C. Sow., pl. 26, f. 12.....	*	.	.	Cutch.
- *heptagonus*....	Lam., Desh., pl. 71, f. 9, 10....	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
- *hexagonus*....	J. de C. Sow., pl. 26, f. 15.....	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *intortus*.......	Lam., Desh., pl. 73, f. 4, 5, 10, 11, 14, 15.	.	.	*	Pau. - Ronca. - Nice. - Bassano. Calc. grossier de Paris. Sables de Bracklesham.
- *læviusculus*....	J. de C. Sow., pl. 26, f. 13.....	*	.	.	Cutch.
- *longævus*......	Lam., Desh., pl. 74, f. 20, 21...	.	.	*	Pau. - Les Corbières. - Nice. - Bassano. - Vicentin. Calc. grossier de Paris et sables infér. du Soissonnais et du Beauvoisis. Belgique.
- *maximus*......	Desh., pl. 71, f. 11, 12; Al. Roua., pl. 17, f. 8.	.	.	*	Pau. - Nice. Calc. grossier de Paris.
- *Noæ*..........	Lam., Desh., pl. 75, f. 8, 9, 12, 13.	.	.	*	Nice. - Gap. - Ronca. Calc. grossier de Paris. Argile de Londres. Groupe calcar. sableux de la Belgique.
- *nodulosus*.....	J. de C. Sow., pl. 26, f. 14.....	*	.	.	Cutch.
- *ovatus*........	Al. Roua., pl. 17, f. 12........	*	.	.	Pau.
- *polygonatus*...	Al. Brong., pl. 4, f. 4.........	*	.	.	Biaritz? - Ronca.
- *polygonus*.....	Lam., Al. Brong., pl. 4, f. 3; Desh., pl. 71, f. 5, 6.	.	.	*	Ronca. Calc. grossier de Paris et sables moy.
- *rugosus*.......	Lam., Desh., pl. 75, f. 4-7, 10, 11; Al. Roua., var. *c*, pl. 17, f. 9.	.	.	.	Pau. - Nice. Sables infér. et

					calc. grossier de Paris.
- *scalaris*	Id., id., pl. 72, f. 13, 14 ; *F. longævus*, Sow., pl. 63.	.	.	*	Althofen (Carinthie). Sables moy. Sables de Bracklesham et argile de Barton. Mons.
- *subcarinatus*...	Id., Al. Brong., pl. 6, f. 1 ; Desh., pl. 77, f. 7-14.	.	.	*	Gap. - Ronca. Sables moyens.
- *subpentagonus*..	Al. Roua., pl. 17, f. 10........	*	.	.	Pau.
- *zafranboliensis*.	D'Arch., mss...............	*	.	.	Zafranboli (Asie mineure).
- indét.........	D'Arch., vol. III, p. 447........ Voisin du *F. marginatus*, Duj.	.	*	.	Biaritz.
- indét.........	Id......................... Voisin d'une autre espèce des faluns, qui est inédite.	.	*	.	Ib.
- indét.........	Id......................... Voisin du *F. unicarinatus*, Desh.	.	*	.	Ib.
- indét.........	Leym., p. 371...............	.	*	.	Les Corbières.
- indét.........	Bell.......................	.	*	.	Nice.
- indét.........	Id.........................	.	*	.	Ib.
- indét.........	Munst....	.	*	.	Le Kressenberg.
- indét.........	D'Arch..................... Espèce voisine des *F. subcarinatus* et *minax*, Lam.	.	*	.	Sinde.
- indét.........	Id......................... Espèce voisine du *F. regularis*, Sow. (*Murex*).	.	*	.	Ib.
Pyrula.......	Lam.				
- *condita*......	Al. Brong., pl. 6, f. 4..........	.	.	.	Biaritz. Form. tert. moy. de France et d'Italie.
- *clathrata*......	Lam., Ann. du Mus., vol. VI, pl. 46, f. 8. Il est douteux que cette espèce ait été rencontrée dans les couches tertiaires inférieures du nord-ouest ; elle paraît appartenir à la formation moyenne.	.	.	*	Le Kressenberg. Osnabruck, Cassel, Sternberg, St-Gall.
- *gracilis*.......	? Munst....................	*	.	.	Ib.
- *ficoides*.......	Lam. Il est plus que douteux que la *P. ficoides*, qui est une coquille vivante, se trouve fossile dans des dépôts aussi anciens.	.	.	.	Akhaltzikhé. Vit dans l'Océan indien.
- *lævigata*......	Lam., Desh., pl. 78, f. 3, 4, 11-14.	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier et sables moyens.
- *nexilis*........	Id., id., pl. 79, f. 1-7; Sow., pl. 331.	.	.	*	Rouaine (Basses-Alpes). Sables du Soissonnais et calc. grossier. Argile de Barton; Highgate; sables de Bracklesham.
- *tricostata*......	Desh., pl. 79, f. 10, 11.........	.	.	*	Biaritz. - Nice. Sables du Soisson-

					nais et du Beauvoisis. Argile de Londres et sables de Brackleham.
- indét.	Bell.		*		Nice.
Ranella.	Lam.				
- *bufo*.	J. de C. Sow., pl. 26, f. 6.	*			Cutch.
Murex.	Linné.				
- *angulosus*.	Brocc., pl. 7, f. 16.				Vicentin. Marnes sub-apennines.
- *fistulosus*.	Id., pl. 7, f. 12; Sow., pl. 189, f. 1, 2; Desh., pl. 80, f. 1-3.			*	Pau. Sables inf. et calc. grossier de Paris. Argile de Barton.
- *Geoffroyi*.	Al. Roua., pl. 17, f. 19.	*			Ib.
- *Nystii*.	Id., ib., f. 20.	*			Ib.
- *septemcostatus*.	Id., ib., f. 18.	*			Ib.
- *spinulosus*.	Desh., pl. 81, f. 13-15; Al. Roua., pl. 17, f. 14-16.			*	Ib. Sables moyens et inférieurs. Argile de Londres.
- *tricarinatus*.	Lam., Desh., pl. 82, f. 7-10; Sow., pl. 416, f. 1; *Murex asper*, Brander, f. 77-79.			*	Vicentin. Calc. grossier de Paris. Argile de Barton et sables de Brackleham.
- *trigonus*.	Al. Roua., pl. 17, f. 17.	*			Pau.
- indét.	Munst.				Le Kressenberg.
- indét.	D'Arch. Espèce voisine du *M. fusiformis*, Nyst.		*		Sinde.
- indét.			*		Crimée.
Triton.	Lam.				
- *bicinctum*.	Desh., pl. 80, f. 33-35.		*		Biaritz. Sables inférieurs et calc. grossier de Paris.
- *Delafossei*.	Al. Roua., pl. 18, f. 4.	*			Pau.
- *nodularium*.	Lam., Desh., pl. 80, f. 39, 40; var. Al. Roua., pl. 18, f. 2, 3.			*	Ib. Calc. grossier de Paris.
- *spinosum*.	Al. Roua., pl. 18, f. 1.	*			Pau.
- *turriculatum*.	Desh., pl. 80, fig. 7-12; Al. Roua., pl. 18, f. 5.			*	Ib. Calc. grossier de Paris.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 447.		*		Biaritz.
Rostellaria.	Lam.				
- *coronata*.	Al. Brong., pl. 4, f. 8.	*			Ronca.
- *fissurella*.	Lam., Desh., pl. 83, f. 2, 3, 4 et 84, f. 5, 6; *R. lucida*, Sow., pl. 91, f. 1-6; Nyst, pl. 43, f. 6. M. J. de C. Sow. ni M. Morris n'admettent le rapprochement proposé par			*	Pau. - Nice. - Vicentin. - Akhaltsikhé. - Égypte. Form. tert. infér. du nord de la Fran-

	MM. Deshayes et Nyst de cette espèce avec le *R. rimosa*, Sow.				ce, de la Belgique et de l'Angleterre; Hauteville (Manche).
- *fusoides*	D'Arch., mss	*			Sinde.
- *goniophora*	Bell	*			Nice.
- *Hupei*	Al. Roua., pl. 18 f. 9	*			Pau.
- *lævis*	Bell	*			Nice.
- *Lejeunei*	Al. Roua., pl. 18 f. 7	*			Pau.
- *macroptera*	Lam., Desh., pl. 83, 84, 85; Sow., pl. 298-300; *R. ampla*, Nyst, pl. 43, f. 5.			*	Nice. Form. tert. infér. du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre.
- *macropteroides*	Bell	*			Nice.
- *maxima*	Al. Roua., pl. 18, f. 6	*			Pau.
- *multiplicata*	Bell	*			Nice.
- *pescarbonis*	Al. Brong., pl. 4, f. 2	*			Ronca.
- *rectirostris*	Lam., J. de C. Sow., pl. 26, f. 18. Il est douteux que la coquille de Lamarck, qui est une espèce vivante, soit identique avec le fossile désigné par M. Sowerby.				Cutch. Vit dans la mer de la Chine.
- *rimosa*	Sow., p. 91; J. de C. Sow. pl. 26. f. 6.			*	Cutch. Argile de Barton, Ile Sheppey, etc.
- *spirata*	Al. Roua., pl. 18, f. 8	*			Pau.
- indét.	Leym., p. 371		*		Les Corbières.
- indét.	Bell		*		Nice.
- indét.	Id.		*		Ib.
- indét.	Id.		*		Ib.
Pterocera	Lam.				
- *radix*	Al. Brong., pl. 4, f. 9	*			Monte-Grumi, près Castel-Gomberto.
Strombus	Linné.				
- *deperditus*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 19	*			Cutch.
- *Fortisii*	Al. Brong., pl. 4, f. 7	*			Nice.-Ronca.-Sinde?
- *giganteus*	Gold., pl. 169, f. 3. D'après un échantillon de la collection de M. de Verneuil, que nous avons comparé avec un moule de l'*Ovula tuberculata*, nous pensons que la coquille du Kressenberg, dont nous ne connaissons que le moule, diffère de celle du calcaire grossier, mais elles appartiennent probablement toutes deux au même genre.	*			Le Kressenberg.
- *nodosus*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 20	*			Cutch.
- *ornatus*	Desh., pl. 85, f. 3-5			*	Nice. Calc. grossier de Paris.
- indét.	Bell		*		Ib.
Cassidaria	Lam.				
- *bicarinata*	? Munst	*			Le Kressenberg.
- *carinata*	Lam., Desh., pl. 85, f. 1, 2, 8, 9; 86, f. 7; Sow., pl. 6,			*	Ib. Sables infér.; calc. grossier et sables

					moyens. Argiles de Barton, de Bracklesham; Highgate. Groupe calcaréo-sableux de la Belgique.
- *Orbignyi*	Bell	*			Nice.
- *striata?*	? Sow., pl. 6			*	Ib. Argile de Londres.
- *subcarinata*	Munst	*			Le Kressenberg.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 447. Espèce voisine de la *C. carinata*.		*		Biaritz.
- indét.	Leym., p. 371		*		Les Corbières.
- indét.	D'Arch.		*		Egypte.
Cassis	Lister.				
- *Archiaci*	Bell	*			Nice.
- *Æneæ*	Al. Brong., pl. 3, f. 8	*			Ronca. - Le Kressenberg.
- *Deshayesii*	Bell	*			Nice.
- *sculpta*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 21	*			Cutch.
- *striata*	? Sow., pl. 6			*	Ronca. Argile de Londres.
- *Thesei*	Al. Brong., pl. 3, f. 7	*			Nice. - Ronca, etc.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 447		*		Biaritz.
- indét.	D'Arch.		*		Zafranboli (Asie mineure).
- indét.	Id. Espèce voisine du *C. saburon* de Bast., et de la *C. striatula*, Bonelli.		*		Sinde.
Succinum	Adanson.				
- *mutabile*	Brocc., pl. 4, f. 18, *an B. obliquatum*, id., ib., f. 16?				Akhaltzikhé. Marnes sub-apennines.
- *reticulatum*	Id., pl. 5, f. 11				Sinde. Marnes sub-apennines.
- *serratum*	Id., ib., f. 4				Ib. Ib.
- indét.	Bell		*		Nice.
- indét.			*		Le Kressenberg.
- indét.	D'Arch.		*		Mont Karamass.
- indét.	Id.		*		Bassin inférieur de l'Araxes.
Nassa	Lam.				
- *Caronis*	Al. Brong., pl. 3, f. 10	*			Ronca.
- indét.	Munst		*		Le Kressenberg.
Terebra	Brug.				
- *reticulata*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 9	*			Cutch.
- *Vulcani*	Al. Brong., pl. 3, f. 11	*			Ronca. - Sinde.
Columbella	Lam.				
- *cincta*	Al. Roua., pl. 16, f. 13	*			Pau.
- *submarginata*	Id., ib., f. 12	*			Ib.
- *terebralis*	Bell	*			Nice.
Mitra	Lam.				
- *Agassizii*	Al. Roua., pl. 18, f. 13	*			Pau.

- *cancellina*.....	Lam., Desh., pl. 88, f. 15-17...	.	.	•	Gap. Calc. grossier de Paris.
- *cincta*........	Al. Roua., pl. 18, f. 10.........	•	.	.	Pau.
- *Delbosii*.......	Id., ib., f. 12................	•	.	.	Ib.
- *fusellina*......	Lam., Desh., pl. 99, f. 18, 20...	.	.	•	Ib. Calc. grossier de Paris.
- *fusiformis*.....	J. de C. Sow., pl. 26, f. 34.....	•	.	.	Cutch.
- *niceensis*......	Bell........................	•	.	.	Nice.
- *plicatella*......	Lam., Desh., pl. 88, f. 7, 8....	.	.	•	Ib. Calc. grossier de Paris et d'Hauteville.
- *scalarina*.	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 23 *a*.	•	.	.	Biaritz.
- *scrobiculata*. ..	Brocc., J. de C. Sow., pl. 26, f. 23.	.	.	.	Cutch.
- *terebellum*.	Lam., Desh., pl. 80, f. 14, 15...	.	.	•	Nice. - Crimée. Calc. grossier de Paris.
- *Thorenti*.	Al. Roua., pl. 18, f. 11........	•	.	.	Pau.
- indét.........	Leym., p. 371	.	•	.	Les Corbières.
- indét.........	Bell	.	•	.	Nice.
Voluta.	Linné.				
- *ambigua*.....	Lam., Desh., pl. 93, f. 10, 11; Al. Roua., id., var. *a* et *b*, pl. 18, f. 15, 16. La *V. ambigua*, Sow., pl. 399, f. 1, ou *Strombus ambiguus* de Brander, ne nous paraît pas identique avec la coquille des sables inférieurs, désignée sous le même nom par M. Deshayes, tandis qu'elle se rapporte à la phrase caractéristique de Lamarck. Celle des sables du Soissonnais se trouve à Ronca. Parmi les localités que nous citons, il n'y a que Biaritz et Ronca dont nous ayons vérifié l'identité des coquilles avec celle des sables inférieurs; celles des autres localités pourraient donc avoir été rapportées à la Volute de l'argile de Barton.	.	.	•	Biaritz, Pau. - Les Corbières. - Ronca. - Le Vicentin, le Kalisberg. Sables inférieurs du Soissonnais.
- *affinis*........	Brocc., Al. Brong., pl. 3, f. 6....	.	.	.	Ronca. Colline de Superga.
- *crenulata*......	Lam., Desh., pl. 93, f. 5-9..... Brongniart dit que la coquille du Vicentin ressemble plus à celle d'Hordwell qu'à celle du calcaire grossier de Paris; mais, comme la *V. crenulata* n'a pas encore été signalée en Angleterre, il est probable qu'il y a quelque erreur dans ce rapprochement.	.	.	•	Val-Sangonini. Bassin de la Seine ou du Hampshire.
- *cithara*.	Lam., Desh., pl. 90, f. 11, 12... Cette identité n'est établie que sur un individu jeune et peu complet.	.	.	•	Sinde. Calc. grossier de
- *dentata*.......	J. de C. Sow., pl. 26, f. 26.				

Deshayesiana	Al. Roua., pl. 18, f. 17-19.	*	.	.	Pau.
Edwardsii	D'Arch., mss	*	.	.	Sinde.
[illegible]	Lam., Munst. Sous ce nom, de Lamarck avait confondu deux espèces, l'une des environs de Bordeaux, l'autre qui était sa variété *b*, ou *V. depressa*, Desh., pl. 95, f. 14, 15, des sables inférieurs des environs de Beauvais. Nous ne savons à laquelle des deux de Munster rapportait la coquille du Kressenberg.	.	.	*	? Le Kressenberg. Bassin de la Seine ou de la Garonne.
Haimei	D'Arch., mss. Espèce voisine des *V. affinis*, Sow., et *dentata*, J. de C. Sow.	*	.	.	Sinde.
harpula	? Lam., Desh., pl. 91, f. 10, 11; Sow., pl. 614, f. 1.	.	.	*	Le Kressenberg. - Bassano. Argile de Barton.
jugosa	J. de C. Sow., pl. 26, f. 25.	*	.	.	Cutch. - Sinde.
labrella	Lam., Desh., pl. 91, f. 1-6; Sow., pl. 614, f. 2.	.	.	*	Crimée. Sables moy. Sables de Bracklesham.
luctator	Sow., pl. 115, f. 1, et pl. 397.	.	.	*	Crimée. Argile de Barton et sables de Bracklesham.
muricina	Lam., Desh., pl. 91, 93 et 94.	.	.	*	Ib. Calc. grossier de Paris et sables de Bracklesham.
musicalis	Id., id., pl. 94, f. 17, 18.	.	.	*	Nice. Sables infér. et calc. grossier de Paris. Sables de Bracklesham et argile de Barton.
Prevosti	Al. Roua, pl. 18, f. 14.	*	.	.	Pau.
Sismondæ	D'Arch., mss.	*	.	.	Sinde.
subspinosa	Al. Brong., pl. 3, f. 5.	*	.	.	Ronca.
torulosa	Desh., pl. 91, f. 12-15.	.	.	*	Nice. Calc. grossier de Paris.
indét.	D'Arch., vol. III, p. 447. Voisine de *V. obsoleta*, Al. Brong.	.	*	.	Biaritz.
indét.	Id., ib. Voisine de la *V. ambigua*, mais plus allongée et à côtes plus nombreuses.	.	*	.	Ib.
indét.	Id., ib.	.	*	.	La Barthe de Pouy (Landes).
indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
indét.	? Munst.	.	*	.	Le Kressenberg.
indét.	D'Arch. Voisine de la *V. ambigua*.	.	*	.	Sinde.
Marginella	Lam.				
eburnea	Id., Desh., pl. 95, f. 14-22.	.	.	*	Ronca. Calc. grossier de Paris. Sables de Bracklesham.

- *ovulata*	Id., id., ib., f. 12, 13	.	.	*	Le Kressenberg. Calc. grossier de Paris et sables du Soissonnais. Sables de Bracklesham.
- *phaseolus*	Al. Brong., pl. 2, f. 21	.	.	.	Ronca. Colline de Superga.
Ovula	Lam.				
- *Bellardi*	Desh., mss	*	.	.	Nice.
- *depressa*	D'Arch. *Cypræa depressa*, J. de C. Sow., pl. 24, f. 12. L'échantillon de l'Asie mineure, parfaitement identique avec la figure donnée de la coquille de l'Inde, ne permet pas de laisser cette dernière parmi les *Cypræa*.	*	.	.	Zafranboli. - Cutch, Béloutchistan.
- *incompleta*	D'Arch., mss	*	.	.	Sinde.
- *tuberculosa*	Duclos, Desh., pl. 96, f. 16 et 97, f. 17. Nous conservons quelques doutes sur l'identité des moules que l'on trouve dans le calcaire grossier avec la coquille elle-même, qui n'est signalée que dans les sables inférieurs; peut-être cette dernière serait-elle une var. *minor?*	.	.	*	Crimée. Calc. grossier et sables inférieurs.
- *Murchisoni*	D'Arch., mss Cette espèce diffère de la précédente comme du *Strombus giganteus*, suprà, par ses moindres dimensions, sa forme plus ellipsoïdale et moins conoïde.	*	.	.	Sinde.
- indét.	D'Arch., mss	.	*	.	Peyrehorade (Landes).
Cypræa	Linné.				
- *amygdalum*	? Brocc., pl. 2, f. 4	.	.	.	Ronca. Colline de Turin.
- *angystoma*	Desh., pl. 95, f. 39, 40	.	.	*	Nice. Calc. grossier.
- *corbuloides*	Bell	*	.	.	Ib.
- *digona*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 29	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *elegans*	Defr., Desh., pl. 97, f. 3-6	.	.	*	Nice. - Zafranboli. Calc. grossier de Paris et d'Hauteville.
- *Genyi*	Bell	*	.	.	Nice.
- *Grantii*	D'Arch. mss	*	.	.	Sinde.
- *humerosa*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 27	*	.	.	Cutch, Sinde.
- *inflata*	Lam., Desh., pl. 97 f. 7-8	.	.	*	Nice. - Ronca? Calc. grossier de Paris.
- *Koninckii*	Al. Roua., pl. 18, f. 20	*	.	.	Pau.
- *Levesquei*	Desh., pl. 94 bis, f. 33, 34	?	.	*	Nice. Sables infér. du Soissonnais.
- *media*	Desh., pl. 95, f. 37, 38	.	.	*	Nice. Sables moyens.
- *prælonga*	Bell.	*	.	.	Ib.
- *prunum*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 28	*	.	.	Cutch, Sinde.

- *nasutus*	Id., ib., f. 30	*	.	.	Cutch, Sinde.
- indét.	D'Arch., vol. III, p. 448. Ressemblant au *B. fici* ... Bellardi, des couches de Superga.	.	*	.	Biaritz.
- indét.	Leym., p. 371	.	*	.	Les Corbières.
- indét.	Bell.	.	*	.	Nice.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.	Id.	.	*	.	Ib.
- indét.		.	*	.	Mattsee.
- indét.		.	*	.	Egypte.
Terebellum.	Lam.				
- *ulemnitoideum*	D'Arch., mss.	*	.	.	Zafranboli (Asie mineure).
- *carcassence*	Leym., pl. 16, f. 9	*	.	.	La montagne Noire. - Nice.
- *convolutum*	Lam., Desh., pl. 95, f. 32, 33; *Seraphs*, id., Sow., pl. 286. Cette espèce a été citée à tort dans la chaîne d'Hala (*Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 560, 1849).	.	.	*	Biaritz. - Nice. - Zafranboli. - Akhaltzikhé. Calc. grossier de Paris et d'Hauteville. Groupe calc. sabl. de la Belgique. Argile de Barton.
- *fusiforme*	Lam., Desh., pl. 95, f. 30, 31; Sow., pl. 287.	.	.	*	Les Corbières. Sables inférieurs du Soissonnais. Argile de Barton.
- *obtusum*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 31	*	.	.	Vicentin ? - Zafranboli. - Cutch, Sinde.
- *obvolutum*	Al. Brong., pl. 2, f. 15	*	.	.	Les Corbières. - Ronca, etc., Valdagno.
- indét.	D'Arch.	.	*	.	Zafranboli.
- indét.	Espèce voisine du *T. convolutum.*	.	*	.	Bassin inférieur de l'Araxes.
- indét.	J. de C. Sow	.	*	.	Cutch, Béloutchistan.
Terebellopsis.	Leym.				
- *Brauni*	Id., pl. 16, f. 8	*	.	.	La montagne Noire. - Nice.
Ancillaria.	Lam.				
- *canalifera*	Id., Desh., pl. 96, f. 14, 15, *A. turritella*, Sow., pl. 99, f. 2.	.	.	*	Akhaltzikhé. Calc. grossier de Paris et sables infér. - Le Limbourg. - Argile de Barton. - Faluns de Bordeaux et de Dax.
- *conica*	Al. Rouault, pl. 18, f. 21, 22	*	.	.	Pau.
- *nana*	Id., ib., f. 24	*	.	.	Ib.
- *olivula*	Lam., var. a, Desh., pl. 91, f. 10, 11.	.	.	*	Biaritz. - Nice. Calc. grossier de Paris et sables inférieurs.

— *spissa*	Al. Roua., pl. 18, f. 23	*			Ib. Pau.
Oliva	Brug.				
— *pupa*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 32a				Cutch, Sinde.
— indét.			*		Crimée.
Conus	Linné.				
— *alsiosus*	Al. Brong., pl. 2, f. 3	*			Ronca.
— *antediluvianus*	Lam., Desh., pl. 98, f. 13, 14			*	Akhaltzikhé. Calc. grossier de Paris.
— *brevis*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 33	*			Cutch.
— *catenulatus*	Id., ib., f. 35	*			Ib.
— *crenulatus*	Desh., pl. 98, f. 3, 4			*	Nice. Sables moyens.
— *deperditus*	Brug., Desh., pl. 98, f. 1, 2; Al. Brong., pl. 2, f. 1; Sow., pl. 623, f. 1, 2; non id., Brocc.			*	Nice. Ronca. Akhaltzikhé. Calc. grossier de Paris. Groupe calcaréo-sableux de la Belgique. Sables de Bracklesham.
— *diversiformis*	Desh., pl. 98, f. 9-12			*	Nice. Calc. grossier.
— *giganteus*	Munst.	*			Le Kressenberg.
— *marginatus*	J. de C. Sow., pl. 26, f. 36	*			Cutch.
— *militaris*	Id., ib., f. 34. Les échantillons du Sinde se rapprochent du *C. diversiformis*, Desh.	*			Ib. - Sinde.
— *Noæ*	Brocc., pl. 3, f. 3, Munst.				Le Kressenberg. Marnes subapennines.
— *pyramidalis*	Munst.	*			Ib.
— *Rouaulti*	D'Arch., vol. III, pl. 13, f. 22				Biaritz, Pau.
— *stromboides*	Lam., Desh., pl. 98, f. 15, 16. Cette espèce nous paraît différer du *C. concinnus*, Sow., pl. 302, f. 2, et M. Morris (*Catal. of Brit. foss.*, p. 145) la rapporte au *C. lineatus*, Brand. Nous ne savons donc point quelle est la coquille que M. Murchison désigne dans sa liste sous le nom de *C. stromboides* = *C. concinnus*, Sow.			*	Gap. - Bassano, Vicentin. Calc. grossier de Paris, Argile de Barton.
— *turricula*	Brocc., pl. 2, f. 7				Le Kressenberg. Marnes subapennines.
— indét.	D'Arch., vol. II, p. 216		*		Biaritz.
— indét.	Al. Roua., p. 502		*		Pau.
— indét.			*		Mattsee.
— indét.	*Antè*, p. 115		*		Valdagno.
— indét.	Voisin du *C. convolutus*.		*		Bassin inférieur de l'Araxes.
— indét.			*		Ib.
— indét.			*		Egypte.
CEPHALOPODA.					
Nautilus	Linné.				
— *Deluci*	D'Arch., mss. Espèce beaucoup plus déprimée que le *N. triangularis*, Montf.; cloisons peu	*			Sinde.

	flexueuses; contour tranchant; ouverture sagittée.				
— *imperialis*	Sow., pl. 1			*	Nice. Argile de Londres.
— *Lamarckii*	Desh., pl. 100, f. 1			*	La montagne Noire. Calc. grossier de Paris.
— *lingulatus*	De Buch. (Neu. Jahrb., 1834, p. 534, et 1850, p. 434). Ne serait-ce pas l'espèce figurée par Spada, *Corporum lapid. veron. catalogus*, pl. 5? Voyez *posteà, Addenda*, p. 304).			*	Nice. - Mattsee. - Trauenstein. - Mont Bolca. - Véronais. Valdagno. - Turin. Saint-Michel, près Bassano. - Teinitz (Carniole), etc.
— *Perezi*	Bell	*			Nice.
— *regalis*	Sow., pl. 355			*	Ib. Argile de Londres.
— *Rollandi*	Leym., pl. 17, f. 1	*			La montagne Noire.
— *subfleuriausianus*	D'Arch., mss. Le nom de cette espèce rappelle ses rapports avec le *N. Fleuriausianus*, d'Orb., de la craie.	*			Sinde.
— *zigzag*	Sow., pl. 1, f. 4, Desh., pl. 100, f. 2, 3; Nyst., pl. 46, f. 4. Peut-être la coquille citée dans la Bavière méridionale appartient-elle plutôt au *N. lingulatus?*			*	Le Kressenberg? - Mattsee. Calc. grossier et sables inférieurs. Argile de Boom (Belgique). Argile de Londres (Highgate), Sheppey.
— indét.	Trois espèces sont indiquées par de Munster (collection de Cambridge).		*		Le Kressenberg.
— indét.			*		Egypte.
Beloptera	Desh.				
— *belemnitoidea*	Blainv., Malacol. suppl., pl. 11, f. 8; Desh., pl. 100, f. 4-6.			*	Nice. Calc. grossier de Paris et sables du Beauvoisis. Argile de Londres et sables de Bracklesham. Sables de Laeken (Belgique).
— *biaritzensis*	D'Arch., *B. belemnitoidea* id., vol. III, p. 448. Un nouvel examen de ces corps nous a déterminé à les séparer de l'espèce précédente.	*			Biaritz.
Belemnites	Cuv.				
— *mucronatus*	Schloth., Al. Brong., pl. 3, f. 1; Sow., pl. 600, f. 1, 3 (voyez *antè*, p. 178).				Crimée. Craie blanche et supér.
Ammonites	Brug., } voyez *antè*, p. 140.				
Hamites	Sow., } voyez *antè*, p. 140.				

CRUSTACEA.					
Cancer	Lam. Nous prenons ici ce genre dans son ancienne acception, car il est probable que plusieurs des espèces que nous citons seront ultérieurement réparties dans divers genres de la famille des Cancérides.				
Archiaci	Miln. Edw., mss.	*	.	.	Dax.
Boscii	Desm., pl. 8, f. 3, 4.	*	.	.	Vérone.
Delbosii	Miln. Edw., mss.	*	.	.	Dax.
Desmaresti	Munst.	*	.	.	Le Kressenberg.
Dufourii	Miln. Edw., mss.	*	.	.	Dax.
lamellifrons	Id.	*	.	.	Id.
macrochelus	Desm., pl. 7, f. 1, 2 (*Carpilius* id., Miln. Edw.). Quoique nous ne connaissions pas le gisement de cette espèce, l'examen de l'échantillon qui a servi à la description de Desmarest nous engage à l'indiquer provisoirement ici. Un fragment de pince provenant de Biaritz ne paraît pas en être fort éloigné.	*	.	.	Chine.
Murchisoni	Miln. Edw., mss.	*	.	.	Sinde.
Paulino - Wurtembergensis	H. v. Meyer (*Beitr. z. naturgesch. des Vorwelt*, etc., 1847, pl. 11, f. 1-7).	*	.	.	Le Caire.
Prattii	Miln. Edw., mss.	*	.	.	Dax.
punctulatus	Desm., pl. 7, f. 3, 4; Knorr, vol. I, pl. 16 A, f. 2, 3; *C. lapideus*, Mercati, p. 306? *Pagurus* id., Scheuz., Schloth., *Nach. z. petrefact.*, p. 53?	*	.	.	Biaritz. - Vérone, Vicence, Bologne.
quadrilobatus	Desm., pl. 8, f. 1, 2.	*	.	.	Dax.
Sismondæ	Miln. Edw., mss.	*	.	.	Vérone.
sonthofensis	H. v. Meyer (Neu. Jahrb, 1847.	*	.	.	Sonthofen.
indét.	Fragment de pince qui paraît provenir d'une espèce différente des précédentes.	.	*	.	Biaritz.
indét.	Plusieurs espèces.	.	*	.	Les Corbières. - Althofen (Carinthie). - Sardagna (rives de l'Adige). - Béloutchistan. - Egypte, etc.
Ranina	Lam.				
Tchihatcheffi	D'Arch., mss. Espèce très voisine de la *R. Aldrovandi*, Ranz., Desm., qui appartient peut-être à la formation nummulitique du Véronais et du Bolonais.	*	.	.	Asie mineure.
PISCES.					
Galeus	Cuv.				
Cuvieri	Agass., vol. IV, p. 36.	*	.	.	Mont Bolca.
Notidanus	Cuv.				
indét.	D'Arch. Espèce très voisine du *N. microdon*, Agass., vol. III, pl. [illegible]	.	*	.	Biaritz.

Corax	Agass.				
- indét.	Neugeb. (Neu. Jahrb., 1847, p. 241).	.	*	.	Porcsesd (Hongrie).
Galeocerdo	Mull. et Henl.				
- *latidens*	Agass., vol. III, pl. 26, f. 22, 23.	*	.	.	Ib.
Carcharodon	Smith.				
- *angustidens*	Agass., vol. III, pl. 28, f. 20-25.	*	.	.	Le Kressenberg.
- *Escheri*	Agass., ib., pl. 36, f. 16-21	.	.	.	Ib. Mollasse de la Suisse.
- *heterodon*	Agass., ib., pl. 28, f. 11-16	*	.	.	Porcsesd.
- *lanceolatus*	Id., ib., pl. 30, f. 1	*	.	.	Le Kressenberg.
- *turgidus*	Agass., ib., pl. 30 *a*, f. 8, 9	.	.	.	Porcsesd. Flohnheim.
Carcharias	Cuv.				
- *erodon*	(*Antè*, p. 104)	*	.	.	Mattsee.
- indét.	(*Antè*, p. 109)	.	*	.	Unter-Nugla (Istrie).
Otodus	Agass.				
- *lanceolatus*	Id., vol. III, pl. 37, f. 19-23	*	.	.	Le Kressenberg.
- *trigonatus*	Id., ib., pl. 36, f. 35-37	*	.	.	Ib.
Oxyrhina	Agass.				
- *Desori*	Id., ib., pl. 37, f. 8-13	.	.	*	Gassino. - Porcsesd. Osnabruck, Bünde; mollasse de la Suisse et du Wurtemberg.
- *hastalis*	Id., vol. III, pl. 34, f. 3-73 et 15-17.	.	.	.	Porcsesd. Mollasse de la Suisse; Eusersdorf.
- *leptodon*	Id., ib., ib., f. 1, 2	.	.	.	Ib. Wurenlos, Flohnheim.
- *minuta*	Id., ib., pl. 36, f. 39-47	.	.	*	Biaritz. Osnabruck.
- *xiphodon*	Id., ib., pl. 33, f. 11-17	.	.	*	Porcsesd. Gypse des environs de Paris; Dax.
- indét.	Neugeb., *loc. cit.* (plusieurs espèces).	.	*	.	Ib.
- indét.	D'Arch. Espèce voisine du *Lamna elegans*, Ag.	.	*	.	Cap Kara-Bournou.
- indét.	Id. Espèce voisine du *Lamna gracilis*, Ag.	.	*	.	Biaritz.
Lamna	Cuv.				
- *contortidens*	Ag., vol. III, pl. 37, f. 17-23	.	.	.	Porcsesd. Mollasse suisse, vallée du Rhin, etc.
- *cuspidata*	Id., ib., ib., f. 43-50	.	.	.	Ib. Ib.
- *dubia*	Id., ib., ib., f. 24-26	.	.	.	Ib. Ib.
- *elegans*	Id., ib., pl. 35, f. 1-7	.	.	*	Ib. Calc. grossier de Paris et du Cotentin. Argile de Lon-

					dres; Ile Sheppey. Dax, Bordeaux, Montpellier, Italie (form tert. moy.).
- indét.	Neugeb., *loc. cit.*	.	.	.	Porcsesd.
- indét.		.	.	.	Les Déserts (près de Chambéry).
- indét.		.	.	.	Gmunden, près Oberweiss.
- indét.		.	.	.	Les Corbières, la montagne Noire.
Torpedo.	Agass.				
- *gigantea*	Id., vol. IV, p. 38	*	.	.	Mont Bolca.
Narcopterus.	Agass.				
- *bolcanus*	Id., ib., p. 38	*	.	.	Ib.
Trygon.	Agass.				
- *Gazzolæ*	Id., ib., ib.	*	.	.	Ib.
- *oblongus*	Id., ib., ib.	*	.	.	Ib.
Myliobates.	Dum.				
- *goniopleurus*	Ag., vol. III, pl. 47, f. 9, 10	.	.	*	Althofen (Carinthie). Ile Sheppey.
- indét.	D'Arch.	.	.	.	Biaritz.
Pycnodus.	Agass.				
- *orbicularis*	Id., vol. IV, p. 38, vol. II, p. 190.	*	.	.	Mont Bolca.
- *Platessus*	Id., ib., ib., vol. II, pl. 72, f. 1-4.	*	.	.	Ib.
- *toliapicus*	Id., vol. II, pl. 72 *a*, f. 55.	.		*	Porcsesd. Argile de Londres. Sheppey.
- indét.	Leym., p. 371	.	.	.	Les Corbières, la montagne Noire.
Phyllodus.	Agass.				
- *Haueri*	? Munst.	*	.	.	Porcsesd.
Acanthoderma.	Agass.				
- *ovale*	Id., vol. II, pl. 75, f. 3	*	.	.	Glaris.
- *spinosum*	Id., ib., ib., f. 4	*	.	.	Ib.
Acanthropleurus	Agass.				
- *brevis*	Egert.	*	.	.	Ib.
- *serratus*	Id., ib., pl. 75, f. 1, 2	*	.	.	Ib.
Blochius.	Volta.				
- *longirostris*	Id., Agass., vol. II, pl. 44	*	.	.	Mont Bolca.
Rhinellus.	Agass.				
- *nasalis*	Id., vol. II, p. 261	*	.	.	Ib.
Ostracion.	Linné.				
- *micrurus*	Agass., ib., pl. 74, f. 4, 5	*	.	.	Ib.
Diodon.	Linné.				
- *erinaceus*	Agass., ib., p. 274	*	.	.	Ib.
- *tenuispinus*	Id., ib., pl. 74, f. 2, 3	*	.	.	Ib.
Calamostoma.	Agass.				
- *breviculum*	Id., vol. II, pl. 74, f. 1	*	.	.	Ib.
Syngnatus.	Agass.				
- *opistopterus*	Id., vol. II, p. 276	*	.	.	Ib.
Acanus.	Agass.				
- *arcuatus*	Id., vol. IV, pl. 16 *a*, f. 1	*	.	.	Glaris.
- *minor*	Id., ib., pl. 16, f. 4	*	.	.	Ib.

- *oblongus*	Id., ib., ib., f. 3	*	.	.	Glaris.
- *ovalis*	Id., ib., ib., f. 1	*	.	.	Ib.
- *Regley*	Id., ib., ib., f. 2	*	.	.	Ib.
Podocis	Agass.				
- *minutus*	Id., ib., ib., f. 5	*	.	.	Ib.
Pristigenys	Agass.				
-*macrophthalmus*	Id., ib., pl. 18, f. 2	*	.	.	Mont Bolca.
Myripristis	Cuv.				
- *homopterygius*	Agass., ib., pl. 15, f. 3	*	.	.	Ib.
- *leptacanthus*	Id., ib., ib., f. 4	*	.	.	Ib.
Holocentrum	Cuv.				
- *pygmæum*	Agass., ib., pl. 15, f. 1	*	.	.	Ib.
- *pygæum*	Id., ib., pl. 14	*	.	.	Ib.
Cyclopoma	Agass.				
- *gigas*	Id., vol. IV, pl. 2	*	.	.	Ib.
- *spinosum*	Id., vol. IV, pl. 1	*	.	.	Ib.
Lates	Cuv.				
- *gracilis*	Agass., ib., pl. 3	?	.	.	Ib.
- *gibbus*	Id., ib., pl. 4	*	.	.	Ib.
- *notæus*	Id., ib., pl. 5	*	.	.	Ib.
Apogon	Lac.				
- *spinosus*	Agass., ib., pl. 9, f. 1	*	.	.	Ib.
Labrax	Cuv.				
- *lepidotus*	Agass., ib., pl. 13, f. 1	*	.	.	Ib.
- *schizurus*	Id., ib., ib., f. 2, 3	*	.	.	Ib.
Smerdis	Agass.				
- *micracanthus*	Id., ib., pl. 8, f. 1, 2	*	.	.	Ib.
- *pygmæus*	Id., ib., ib., f. 3, 4	*	.	.	Ib.
Enoplosus	Lac.				
- *pygopterus*	Agass., ib., pl. 9, f. 1	*	.	.	Ib.
Dules	Cuv.				
- *temnopterus*	Agass., ib., pl. 21	*	.	.	Ib.
- *medius*	Id., ib., pl. 13, f. 4	*	.	.	Ib.
Pelates	Cuv.				
- *quindecimalis*	Agass., ib., pl. 22	*	.	.	Ib.
Serranus	Cuv.				
- *microstomus*	Agass., ib., pl. 23 *a*	*	.	.	Ib.
- *occipitalis*	Id., ib., pl. 23, f. 1, 2	*	.	.	Ib.
- *ventralis*	Id., ib., pl. 23 *b*	*	.	.	Ib.
-	Percoïdes indéterminés	.	*	.	Les Déserts, près Chambéry.
Sparnodus	Agass.				
- *altivelis*	Id., vol. IV, pl. 29, f. 3	*	.	.	Mont Bolca.
- *elongatus*	Id., ib., pl. 28, f. 1	*	.	.	Ib.
-*macrophthalmus*	Id., ib., ib., f. 3	*	.	.	Ib.
- *micracanthus*	Id., ib., pl. 29, f. 1	*	.	.	Ib.
- *ovalis*	Id., ib., ib., f. 2	*	.	.	Ib.
Pagellus	Cuv.				
- *microdon*	Agass., ib., pl. 27, f. 1	*	.	.	Ib.
Dentex	Cuv.				
- *breviceps*	Agass., ib., pl. 27, f. 3, 4	*	.	.	Ib.
- *crassispinus*	Id., ib., pl. 24, f. 1	*	.	.	Ib.
- *leptacanthus*	Id., ib., pl. 26	*	.	.	Ib.
- *microdon*	Id., ib., pl. 27, f. 2	*	.	.	Ib.

- *ventralis*......	Id., ib., pl. 24, f. 2............	*	.	.	Mont Bolca.
Cottus........	Linné.				
- *papyraceus*....	Agass., vol. IV, pl. 32, f. 1.....	*	.	.	Lignite du mont Viale (Vicentin).
Pterigocephalus.	Agass.				
- *paradoxus*....	Id., ib., pl. 32, f. 5, 6.........	*	.	.	Mont Bolca.
Callipteryx.....	Agass.				
- *recticaudus*....	Id., ib., pl. 32, f. 2............	*	.	.	Ib.
- *speciosus*......	Id., ib., ib., f. 1..............	*	.	.	Ib.
Pristipoma.....	Cuv.				
- *furcatum*......	Agass., pl. 39, f. 1............	*	.	.	Ib.
Odonteus......	Cuv.				
- *sparoides*......	Agass., pl. 39, f. 2............	*	.	.	Ib.
Gobius.......					
- *macrurus*.....	Id., ib., pl. 34, f. 3, 4.........	*	.	.	Ib.
- *microcephalus*..	Id., ib., ib. f. 2..............	*	.	.	Ib.
Acanthurus....	Forsk.				
- *tenuis*........	Agass., ib., pl. 36, f. 1.........	*	.	.	Ib.
- *ovalis*........	Id., ib., pl. 19, f. 1...........	*	.	.	Ib.
Naseus.......	Cuv.				
- *nuchalis*......	Agass., ib., pl. 36, f. 2.........	*	.	.	Ib.
- *rectifrons*.....	Id., ib., ib., f. 3..............	*	.	.	Ib.
Semiophorus...	Agass.				
- *velicans*......	Id., ib., pl. 37...............	*	.	.	Ib.
- *velifer*........	Id., ib., pl. 37 *a*.............	*	.	.	Ib.
Ephippus......	Cuv.				
- *longipennis*....	Agass., ib., pl. 40............	*	.	.	Ib.
- *oblongus*......	Id., ib., pl. 39, f. 3...........	*	.	.	Ib.
Scatophagus....	Cuv.				
- *frontalis*......	Agass., ib., pl. 39, f. 4.........	*	.	.	Ib.
Zanclus.......	Cuv.				
- *brevirostris*....	Agass., ib., pl. 38, f. 1, 2.......	*	.	.	Ib.
Pomacanthus...	Lac.				
- *subarcuatus*...	Agass., ib., pl. 19, f. 2.........	*	.	.	Ib.
Platax........	Cuv.				
- *altissimus*.....	Agass., ib., pl. 41.............	*	.	.	Ib.
- *macropterygius*.	Id., ib., pl. 41 *a*.............	*	.	.	Ib.
- *papilio*........	Id., ib., pl. 42...............	*	.	.	Ib.
Pygæus.......	Agass.				
- *Coleanus*......	Id., ib., pl. 44, f. 5...........	*	.	.	Ib.
- *dorsalis*.......	Id., ib., ib., f. 1..............	*	.	.	Ib.
- *Egertoni*......	Id., ib., pl. 44 *a*, f. 1.........	*	.	.	Ib.
- *gibbus*........	Id., ib., pl. 44 *a*, f. 2 (suppl.)...	*	.	.	Ib.
- *gigas*........	Id., ib., pl. 20..............	*	.	.	Ib.
- *nobilis*........	Id., ib., pl. 44, f. 6, 7.........	*	.	.	Ib.
- *nuchalis*......	Id., ib., ib., f. 2..............	*	.	.	Ib.
- *oblongus*......	Id., ib., ib., f. 3, 4............	*	.	.	Ib.
Toxotes.......	Cuv.				
- *antiquus*......	Agass., ib., pl. 43.............	*	.	.	Ib.
Fistularia.....	Lacép.				
- *Kœnigi*.......	Id., ib., pl. 35, f. 5...........	*	.	.	Glaris.
- *tenuirostris*....	Id., ib., ib., f. 4..............	*	.	.	Mont Bolca.
Aulostoma.....	Cuv.				
- *bolcense*......	Agass., ib., pl. 35, f. 2, 3.......	*	.	.	Ib.

Urosphen	Agass.				
- *fistularis*	Id., ib., ib., f. 6	*			Mont Bolca.
Amphisyle	Klein.				
- *longirostris*	Agass., ib., pl. 18, f. 4	*			Ib.
Rhamphosus	Agass.				
- *aculeatus*	Id., vol. IV, pl. 32, f. 7	*			Ib.
Rhombus	Cuv.				
- *minimus*	Agass., ib., pl. 33, f. 1	*			Ib.
Vomer	Cuv.				
- *longispinus*	Agass., vol. V, pl. 5	*			Ib.
- *priscus*	Id., ib., p. 31	*			Glaris.
Palæorhynchum	Blainv.				
- *Colei*	Agass., ib., pl. 32, f. 1	*			Ib.
- *Egertoni*	Id., ib., pl. 34 *a*, f. 2	*			Ib.
- *glarisianum*	Blainv., ib., pl. 34	*			Ib.
- *latum*	Agass., ib., pl. 35	*			Ib.
- *longirostre*	Id., ib., pl. 34 *a*, f. 3	*			Ib.
- *medium*	Id., ib., pl. 33	*			Ib.
- *microspondylum*	Id., ib., pl. 34 *a*, f. 1	*			Ib.
Palimphyes	Agass.				
- *brevis*	Id., ib., pl. 20 et 21, f. 1, 2	*			Ib.
- *crassus*	Giebel (Neu. Jahrb., 1847, p. 665).	*			Ib.
- *gracilis*	Id. (ib.)	*			Ib.
- *latus*	Agass., ib., pl. 28, f. 1	*			Ib.
- *longus*	Id., vol. V, pl. 19	*			Ib.
Archæus	Agass.				
- *brevis*	Id., ib., pl. 28, f. 2	*			Ib.
- *glarisianus*	Id., ib., ib., f. 3	*			Ib.
Isurus	Agass.				
- *macrurus*	Id., ib., pl. 21, f. 3, 4	*			Ib.
Pleionemus	Agass.				
- *macrospondylus*	Id., ib., p. 52	*			Ib.
Anenchelum					
- *breviceps*	Giebel (*loc. cit.*)	*			Ib.
- *dorsale*	Agass., vol. V, pl. 37, f. 4	*			Ib.
- *glarisianum*	Blainv., Agass., ib., pl. 37, f. 1, 2.	*			Ib.
- *heteropleurum*	Agass., ib., pl. 37 *b*, f. 3	*			Ib.
- *isopleurum*	Id., ib., pl. 37, f. 3	*			Ib.
- *latum*	Id., ib., pl. 36	*			Ib.
- *longipenne*	Id., ib., p. 74	*			Ib.
Pachygaster					
- *spinosus*	Giebel (Neu. Jahrb., 1847, p. 665).	*			Ib.
Nemopteryx					
- *crassus*	Agass., vol. V, pl. 22	*			Ib.
- *elongatus*	Id., ib., pl. 21 *a*	*			Ib.
Gasteronemus	Agass.				
- *oblongus*	Id., vol. V, pl. 1	*			Mont Bolca.
- *rhombeus*	Id., ib., pl. 2	*			Ib.
Acanthonemus	Agass.				
- *Bertrandi*	Id., ib., p. 27	*			Schio (Vicentin).
- *filamentosus*	Id., vol. V, pl. 3	*			Mont Bolca.
Lichia	Cuv.				
- *prisca*	Agass., ib., pl. 11, f. 1 et pl. 11 *a*.	*			Ib.

Trachinotus. . . .	Lacép.				
- *tenuiceps*......	Agass., ib., pl. 7..............	*	.	.	Mont Bolca.
Carangopsis. . . .	Agass.				
- *analis*........	Id., ib., pl. 9, f. 1............	*	.	.	Ib.
- *dorsalis*.......	Id., ib., pl. 8.................	*	.	.	Ib.
- *latior*........	Id., ib., pl. 9, f. 2...........	*	.	.	Ib.
- *maximus*.....	Id., ib., p. 43.................	*	.	.	Ib.
Amphistium. . . .	Agass.				
- *paradoxum*. . .	Id., ib., pl. 13...............	*	.	.	Ib.
Ductor.......	Agass.				
- *leptosomus*. . . .	Id., ib., pl. 12...............	*	.	.	Ib.
Thynnus......	Cuv.				
- *propterygius*...	Agass., ib., pl. 27.............	*	.	.	Ib.
- *bolcensis*......	Id., ib., p. 57................	*	.	.	Ib.
Orcynus.	Cuv.				
- *lanceolatus*....	Agass., vol. V, pl. 23..........	*	.	.	Ib.
- *latior*.........	Id., ib., pl. 24...............	*	.	.	Ib.
Cybium.	Cuv.				
- *speciosum*.....	Agass., ib., pl. 25.............	*	.	.	Ib.
Xiphopterus. . . .	Agass.				
- *falcatus*.......	Ib., ib., p. 77................	*	.	.	Ib.
Sphyræna.	Bloch.				
- *bolcensis*......	Id., vol. V, pl. 10, f. 2.........	*	.	.	Ib.
- *gracilis*......	Id., ib., ib., f. 1..............	*	.	.	Ib.
- *maxima*......	Id., ib., p. 97................	*	.	.	Ib.
Rhamphognathus	Agass.				
- *paralepoides*...	Id., ib., pl. 38, f. 1, 2........	*	.	.	Ib.
Mesogaster.....	Agass.				
- *sphryœnoides*...	Id., vol. V, pl. 38, f. 3........	*	.	.	Ib.
Spinacanthus. . .	Agass.				
- *blennioides*. . . .	Id., ib., pl. 39, f. 1...........	*	.	.	Ib.
Labrus.......	Arted.				
- *Valenciennesii*..	Agass., ib., pl. 39, f. 2.........	*	.	.	Ib.
Lophius.	Arted.				
- *brachysomus*...	Agass., ib., pl. 40............	*	.	.	Ib.
Atherina.	Agass.				
- *macrocephala*..	Id.., ib., p. 122...............	*	.	.	Ib.
- *minutissima*. . .	Id., ib., ib...................	*	.	.	Ib.
Holosteus......	Agass.				
- *esocinus*......	Id., ib., pl. 43, f. 5...........	*	.	.	Ib.
Osmerus.......	Arted.				
- *glarisianus*....	Agass., ib.. pl. 62, f. 3, 4......	*	.	.	Glaris.
Clupea........	Linné.				
- *brevis*........	Blainv., Agass., vol. V, pl. 62, f. 1, 2.	*	.	.	Ib.
- *catopygoptera*..	Agass., ib., p. 120............	*	.	.	Mont Bolca.
- *leptostea*......	Id., ib., ib....................	*	.	.	Ib.
- *macropoma*....	Id.., ib., pl. 37 *b*, f. 3, 4.......	*	.	.	Ib.
- *megaptera*.....	Blainv., Agass., ib., p. 120......	*	.	.	Glaris.
- *minuta*.......	Agass., ib., p. 120............	*	.	.	Mont Bolca.
- *Scheuchzeri*....	Blainv., Agass., ib., ib.........	*	.	.	Glaris.
Engraulis.	Cuv.				
- *evolans*.......	Agass., ib., pl. 37 *b*, f. 1, 2.....	*	.	.	Mont Bolca.
Platinx.......	Agass.				
- *elongatus*. . . .	Id., vol. V, pl. 11..............	*	.	.	Ib.

- *gigas*	Id., ib., p. 126	*			Mont Bolca.
Cœlogaster	Agass.				
- *analis*	Id., ib., p. 126	*			Ib.
Clupeina					
- *macrocephala*	Id.	*			Ib.
Anguilla	Thunb.				
- *branchiostegalis*	Agass., ib., p. 136	*			Ib.
- *brevicula*	Id., ib., pl. 43, f. 1	*			Ib.
- *interspinalis*	Id.; ib., p. 136	*			Ib.
- *latispina*	Id , ib., pl. 43, f. 4	*			Ib.
- *leptoptera*	Id., ib., p. 136	*			Ib.
- *ventralis*	Id., ib., pl. 43, f. 2, 3	*			Ib.
Enchelyopus	Agass.				
- *tigrinus*	Id., ib., pl. 49	*			Ib.
Sphagebranchus	Bloch.				
- *formosissimus*	Agass., ib., p. 138	*			Ib.
Ophisurus	Lacép.				
- *acuticaudus*	Agass., ib., p. 138	*			Ib.
Leptocephalus	Agass.				
- *gracilis*	Id., ib., p. 138	*			Ib.
- *medius*	Id., ib., ib	*			Ib.
- *tænia*	Id., ib., ib	*			Ib.
Famille douteuse.					
Uropteryx	Agass.				
- *elongatus*	Id., ib., p. 139	*			Glaris.
Microspondylus	Agass.				
- *Escheri*	Id., ib., p. 139	*			Ib.
Elopides	Agass.				
- *Couloni*	Id., ib., ib	*			Ib.
Genres et espèces indéterminés	Voyez *antè*, p. 92, pour ce qui est relatif aux poissons de Glaris, et p. 120 pour ceux du mont Bolca. — Voyez aussi Heckel sur les poissons fossiles des États autrichiens. (*Berichte ueber die Mittheil. v. Freund. d. Naturwiss. in Wien.*, vol. III, p. 327, 1848).		*		Thone (Savoie). - Itschin, au sud d'Alessio (Albanie). - Colline de Mokattam, près du Caire, etc.
REPTILIA.					
Grands sauriens indéterminés	(*Antè*, p. 14)		*		Girone.
Gavial	Lacép.				
- indét.	Espèce plus voisine de celle des sables de Bracklesham que de l'espèce vivante de l'Inde.		*		Subathoo (Inde).
Chelonia	Al. Brong.				
- *Knorrii?*	H. v. Meyer	*			Glaris.
AVES.					
Protornis	H. v. Meyer.				
- *glariensis*	Id. (*Verhandl. d. schweiz. bis ihrer Versaml. zu Bern*, 1839. p. 50).	*			Glaris.

RÉCAPITULATION DU TABLEAU DE LA FAUNE NUMMULITIQUE.

CLASSES ET ORDRES.	Nombre des genres.	Id. des espèces.	Espèces propres.	Id. douteuses.	Id indéterminées.	Espèces communes à la form. tertiaire infér. du nord de la France, de la Belgique, de l'Angleterre et du nord de l'Allemagne.	Répartition des espèces communes dans le bassin de la Seine (1).					Espèces communes aux formations tertiaires moyenne et supérieure.	Total des espèces communes dans les trois formations tertiaires.	Espèces crétacées.	Id. douteuses.
							Sables du Beauvoisis.	Sables du Soissonnais.	Calcaire grossier.	Sables moyens.	Marnes et sables supérieurs.				
Polyparia	54	147	92	2	33	12	»	»	6	2	»	10	22	»	»
Foraminifera	13	58	37	7	14	5	»	2	2	1	»	»	5	»	»
Radiata; stelleridea	1	2	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— crinoidea	2	5	2	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— echinodermata	29	156	123	5	22	5	»	»	3	»	»	1	6	»	4
Annelida	1	28	16	4	8	2	»	»	»	»	»	»	2	»	2
Mollusca cirrhipeda	1	3	2	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— dimyaria	30	296	112	12	86	73	14	21	42	12	1	5	78	»	»
— monomyaria	15	170	78	16	48	27	»	5	13	2	2	8	34	3	4
— brachiopoda	2	21	9	3	7	1	»	»	1	»	»	»	1	2	1
— gasteropoda	66	539	259	12	131	133	7	49	87	29	5	28	158	»	»
— cephalopoda	5	16	5	»	2	6	»	2	4	»	»	»	6	»	3
Crustacea	2	17	15	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pisces	104	215	187	»	14	6	»	»	2 (2)	»	»	5	11	»	»
Reptilia	3	3	1	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Aves	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Totaux	338	1677	920	61	374	270	21	79	160	46	8	57	323 (3)	5	14

(1) Nous n'avons pas compris ici quelques espèces qui figurent dans la colonne précédente et qui se trouvent à la fois dans plusieurs de ces sous-divisions comme dans tous les bassins du Nord-Ouest.
(2) Une de ces espèces appartient à l'étage du gypse.
(3) Ce chiffre est plus faible que la somme 270 + 57, à cause des espèces qui se trouvent à la fois dans la formation tertiaire inférieure et dans les supérieures.

ADDENDA ET CORRIGENDA.

P. 64. *Nota*. Les débris du mammifère, que l'on avait cru d'abord provenir des couches à Nummulites, ont été reconnus depuis pour avoir appartenu à des dépôts beaucoup plus récents.

P. 109. *Nota*. Ajoutez : F.-E. de Rosthorn, *Zur. Geog. und Geol. der Südoestlichen Alpen in Steiermark, Karnsten und Krain*, 2 pl. (Neu. Jahrb. 1848, p. 434). — A. de Morlot, *Ubersicht der geologischen Verhaeltnisse des Südlich von der Drau gelegenen Theiles von Steiermark* (*Berichte ueber die Mittheil.* etc., vol. V, p. 174, 1849. — Neu Jahrb. 1850, p. 712.)

P. 169. *Appendice bibliographique*. Ajoutez : Zeuschner, Sur la structure de la chaîne du Tatra et sur les soulèvements parallèles (en allemand). (*Verhandl. d. Russisch. Kaiserl. mineral. Geselsch. zu Saint-Petersburg*, 1847, p. 64-142.)

P. 187. Lig. 38. C'est par erreur que le *Ceratotrochus excaratus* a été cité à Yuzgat, et peut-être les deux espèces de *Trochosmilia* que nous y avons signalées n'en font-elles réellement qu'une.

P. 226. Même observation.

P. 231. *Orbitolites papyracea*. Ce polypier a été rapporté à tort à la *Nummulites papyracea* Boub., qui est l'*Orbitolites Fortisii*.

P. 234 et suivantes. Le deuxième volume du *Prodrome de paléontologie* de M. Alc. d'Orbigny venant de paraître au moment où ces feuilles sont sous presse, il ne nous est plus possible de faire le dépouillement de ce long travail en ce qui regarde la faune nummulitique, et nous nous bornerons à rétablir ici la synonymie des espèces de Nummulites admises par l'auteur, ce genre étant le plus important pour la question qui vient de nous occuper.

Prodrome de paléontologie, vol. II, p. 335 :

Nummulites globularia, Lam. — N'est qu'une variété de la *N. lævigata*, Lam., *antè*, p. 238.

— *nummularia*, d'Orb., *camerina*, id., Brug. — Le nom de l'espèce en changeant celui du genre devenait trop mauvais pour être conservé, et nous avons dû préférer celui de *complanata* donné par de Lamarck, *antè*, p. 234.

— *planulata*, d'Orb., *Lenticulites*, id., Lam. — *Antè*, p. 240. Nous ne comprenons pas comment cette coquille si connue a pu être prise pour la *N. biaritzana* ou *atacica* (*antè*, p. 234), avec laquelle on ne peut lui trouver aucune analogie.

— *nummiformis*, Defr. — *Antè*, p. 238. C'est une variété de la *N. lævigata*, ou des individus jeunes de la *N. complanata*, Lam.

— *lenticularis*, d'Orb. — Le *nautilus lenticularis*, Ficht. et Moll, pl. 7, f. *a*, *b*, n'est point une Nummulite, ainsi que nous l'avons dit, *antè*, p. 238.

— *spissa*, Defr. — *Antè*, p. 244. N'est point synonyme de la *N. lævigata*, Pusch, qui renferme à la fois la *N. Puschii* (*antè*, p. 241) et la *N. perforata* (*antè*, p. 240), non plus que de la *N. globulus*, Leym., qui est la *N. Ramondi*, Defr., *antè*, p. 241.

Nummulites rotula, Grateloup. — Est une variété de la *N. spira*, de Roissy (*antè*, p. 242), *moneta*, Defr., *planospira*, Boubée, *granulosa*, d'Arch., etc.

— *mamilla*, d'Orb. — Le *Nautilus mamilla*, Ficht. et Moll, n'est point, comme le pense M. d'Orbigny, la *N. rotularius*, Desh. Celle-ci est la *N. globulus*, Leym., qui est elle-même la *N. Ramondi*, Defr., *antè*, p. 241. Le *Nautilus mamilla*, Ficht. et Moll, est probablement la *N. Rutimeyeri*, *antè*, p. 242.

Assilina exponens, d'Orb., *Numm.* id., Sow. — C'est une variété de la *N. spira*, de Roissy, *antè*, p. 243.

Nummulites lævigata (p. 406). — Cette espèce diffère entièrement de la *N. elegans*, Sow., *antè*, p. 238.

— *striata*, d'Orb., *camerina*, id. Brug. — Cette espèce n'est point la *N. contorta*, Desh., *antè*, p. 235, mais un individu fruste de la *N. scabra*, dont les dernières lames du test ont été enlevées, *antè*, p. 242.

De son côté, M. L. Rütimeyer (1) a bien voulu nous mettre à même d'apprécier un mémoire fort intéressant qu'il vient de publier sur la formation nummulitique des bords du lac de Thun, et qu'il a fait suivre d'un coup d'œil sur les foraminifères de cette même formation en Suisse (2). Nous pouvons donc préciser ici les rapprochements que nous avions déjà faits et la synonymie que nous avions établie, d'après des échantillons provenant des mêmes localités, entre les espèces de Nummulites que l'auteur a regardées comme nouvelles, et celles qui étaient déjà connues. Nous y avons ajouté des observations analogues relatives aux Orbitolites.

Nummulina regularis, Rütim., pl. 3, fig. 1-20. = *N. biaritzana*, *antè*, p. 234.

— *globosa*, id., ib., f. 21-34. = *N. perforata*, *antè*, p. 240.

— *globulus*, Leym., Rütim., ib., f. 25-30. = *N. Ramondi*, *antè*, p. 241.

— *mamillaris*, Rütim., ib., f. 31-32. = *N. Rütimeyeri*, *antè*, p. 242.

— *assilinoides*, id., ib., f. 33-36, et pl. 4, f. 37-45. = *N. spira*, et ses variétés, *antè*, p. 243.

— *placentula*, Desh., Rütim., pl. 4, f. 46. — N'est point la *N.* id. Deshayes, qui est la *N. spira*, jeune et fruste. D'après la coupe, celle-ci serait une espèce nouvelle.

— *irregularis*, ib., f. 47. = *N. perforata* adulte, *antè*, p. 240.

— *polygyrata*, ib., f. 48. = *N. perforata* adulte.

— — Id., fig. 51. = Probablement la *N. polygyrata*, Desh., ou mieux la *N. complanata*.

— *Murchisoni*, Brunn., Rütim., ib., f. 52-55. — Nous avions, d'après la coupe (*antè*, p. 249), déduit la forme de la spire telle qu'elle est ici représentée.

Operculina complanata de Bast., Rütim., ib., f. 36. — Cette espèce, comme nous l'avons dit, diffère peut-être de celle de la formation tertiaire moyenne.

Orbitolites discus, Rütim., pl. 5, f. 70-71. = *O. Fortisii*, *antè*, p. 231.

---

(1) Nous regrettons d'avoir défiguré à deux reprises le nom de M. Rütimeyer, la première fois en adoptant l'orthographe employée dans le mémoire publié par la *Bibliothèque de Genève* (vol. VII, nov. 1848), où l'on a écrit *Rutimayer*; et la seconde, en suivant celle du mémoire publié dans le *Verhandl. d. Schwiz. naturf. Ges. versam. zu Zolothurn*, 1848, où l'on a écrit *Ruttimeyer*.

(2) *Ueber das schweizerische nummuliten Terrain*, etc.; in-4, avec 5 pl. Berne, 1850.

Orbitolites parmula, id., ib., f. 72. = *O. Fortisii* jeune, ou l'*O. submedia*, *antè*, p. 231.
— *stellaris*, id., ib., f. 74. = *O. stellata*, *antè*, p. 231.
— *furcata*, id., ib. f. 75 = *O. stellata*, var. *multidichotoma*, ib.
— *patellaris*, id., ib. f. 76-77 = *O. radians*, var. *maxima*, ib.

P. 241. Nous avons omis de mentionner en son lieu un mémoire de M. le comte de Keyserling, intitulé : *Remarques sur quelques points de la structure des Nummulites* (1), mais nous nous proposons d'y revenir dans la monographie que nous préparons de ce genre, et qui paraîtra prochainement. Il en est de même d'une Nummulite qui nous a paru nouvelle, et dont nous sommes redevable à M. Bayle, ingénieur des mines. Cette espèce provient des couches tertiaires des environs de Saint-Palais (Charente-Inférieure), et sera l'objet d'un examen ultérieur.

P. 248. Lign. 35, l'astérisque doit être reporté à la 2ᵉ colonne.

P. 256. L'astérisque manque à la 3ᵉ colonne, vis-à-vis *Solen appendiculatus*.

P. 262. L'astérisque manque à la 3ᵉ colonne, vis-à-vis *Cytherea suberycinoides*, et, à la 1ʳᵉ, vis à-vis *C. subpyrenaica*.

P. 264. L'astérisque manque à la 3ᵉ colonne, vis-à-vis des *Cardium plumsteadiense*, *semigranulatum* et *semistriatum*.

P. 280. L'astérisque, vis-à-vis *Neritina conoidea*, doit être reporté à la 3ᵉ colonne.

P. 302. *Nautilus lingulatus*, de Buch. Nous devons à l'obligeance de notre savant ami, M. Ed. de Verneuil, la connaissance d'une nouvelle notice que le célèbre géologue de Berlin vient de publier sur cette espèce, qu'il regarde comme un des meilleurs fossiles pour caractériser l'horizon de la formation nummulitique (*éocène*) (2). Suivant M. de Buch, le *N. lingulatus*, figuré parmi les Goniatites et les Clymènes de Silésie (*Berl. Akad. Abhandl.*, etc., 1839) se trouverait, outre les localités que nous avons citées, dans l'argile de Boom (*N. Deshayesii*, de Kon., *N. zigzag*, Sow., Nyst), dans le *London-clay* d'Harwich (*N. Parkinsoni*, Fred. E. Edwards), dans les sables inférieurs de Rétheuil et le calcaire grossier de Houdan (*N. zigzag*, Sow, Desh.), dans les couches à ossements de *Zeuglodon*, de l'état d'Alabama, et dans l'Orégon, à l'embouchure du Columbia (Dana). On voit que ce Nautile a été pris souvent pour le *N. zigzag*, Sow., auquel M. de Buch ne paraît pas éloigné de le réunir. Le spécimen des environs de Nice que nous avons examiné nous a paru différer suffisamment du *N. zigzag* que M. Bellardi nous signale aussi dans la même localité. La comparaison de beaucoup d'échantillons, provenant de localités différentes, nous semble donc encore nécessaire pour faire cesser toute incertitude à cet égard.

P. 303. Nous nous empressons d'insérer ici une lettre que M. Milne Edwards a bien voulu nous adresser sur les crustacés signalés dans notre tableau, et qui ont été, de sa part, l'objet d'une nouvelle étude.

Monsieur et cher collègue,

J'ai examiné avec beaucoup d'attention les crustacés fossiles de Dax que vous m'aviez remis, ainsi qu'un assez grand nombre d'échan-

(1) *Verhandl. d. Russisch. Kaiserl. miner. Gesel. zu Saint-Petersburg*, 1847, p. 17.
(2) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 434.

tillons provenant des marnières de Sainte-Colombe, près Saint-Sever, et une assez belle série de cancériens fossiles de Vérone, que possède le Muséum. Les faunes carcinologiques de ces deux localités me paraissent être bien distinctes, et il y a même plus de ressemblance entre les espèces du sud-ouest de la France et celles de l'argile de Londres qu'entre les premières et celles de Vérone; mais l'identité spécifique ne me semble exister dans aucun cas entre les crustacés fossiles de ces trois grands dépôts.

L'espèce que j'ai désignée sous le nom de *Cancer Archiaci* ne m'est connue que par un seul échantillon, appartenant à la collection du Muséum; elle est remarquable par la forme ovalaire de sa carapace, la longueur du front, etc., et ressemble un peu au *Cancer Boscii* des environs de Vérone.

J'ai donné le nom de *Cycloxanthus Dufouri* à une espèce qui est très connue près de Saint-Sever, et qui ressemble beaucoup à une autre espèce trouvée à Sheppey, et décrite dernièrement par M. M'Coy sous le nom de *Xanthopsis nodosa*. Elle diffère des *Xanthopsis* par la structure de l'abdomen du mâle, et se distingue des *Xanthes* de nos mers par la forme moins élargie de la carapace, etc. On la reconnaît facilement aux fortes bosselures de la face supérieure de la carapace.

Une autre espèce, que j'appellerai *Cycloxanthus Delbosi*, a beaucoup d'analogie avec la précédente; mais la carapace, au lieu d'être fortement bombée, comme chez le *C. Dufouri*, est presque horizontale. Ce cancérien a été trouvé également dans la formation nummulitique de Dax.

Je suis porté à croire qu'il faudra distinguer aussi parmi les cancériens de cette formation une troisième espèce de *Cycloxanthus*, qui est intermédiaire entre les deux précédentes par sa forme générale, et me paraît être caractérisée par quelques particularités dans la forme du front. Dans la collection du Muséum, je l'ai désignée sous le nom de *C. lamellifrons*.

Peut-être aussi faudra-t-il ne pas confondre avec les cancériens précédents un fossile des marnières de Sainte-Colombe, près Saint-Sever, qui me paraît différer du *C. Dufouri* par les proportions du test. Je l'ai inscrit provisoirement dans nos catalogues sous le nom de *C. Prattii;* mais l'exemplaire que j'ai examiné n'est pas assez bien conservé pour que je puisse avoir à ce sujet une opinion arrêtée.

Le Muséum possède aussi le *C. quadrilobatus* (Desmarest) des environs de Dax.

J'ai réuni au Muséum une assez belle série de cancériens de Vérone. Outre le *C. punctulatus* et le *C. Boscii*, déjà mentionnés par Desmarest, je connais cinq espèces provenant de cette localité, savoir. 1° le *Platycarcinus Beaumonti*, E., grande et belle espèce qui ressemble beaucoup au Crabe tourteau de nos mers (*Platycarcinus pagurus*); 2° le *Cancer Sismondi*, E., qui ressemble beaucoup au *C. quadrilobatus;* 3° le *Cancer Seguieri*, qui a été confondu avec le *C. punctulatus* par Desmarest, et représenté par cet auteur dans la figure 4 de la planche VII; 4° le *Cancer macrodactylus*, E., qui

ressemble au *C. Sismondi* par sa forme générale, mais se distingue de tous les autres cancériens du même groupe par la forme crochue de ses pinces; et 5° le *Cancer pachychelus*, E., qui a beaucoup d'analogie avec le *C. punctulatus*, mais en diffère par la forme des pinces. J'ajouterai que le *C. punctulatus*, dont on ne pouvait se former qu'une idée fort incomplète par la figure donnée par Desmarest, est une très belle espèce, dont la carapace est armée de fortes épines tout le long de ses bords latéro-antérieurs, et dont les mains sont très longues et terminées par des pinces fortement infléchies.

Le crustacé fossile que vous avez reçu du Sinde par l'entremise de notre ami sir R. Murchison appartient à une autre famille; il prend place dans ma division des *Catometopes*, à côté des *Gonoplax*, et me paraît devoir être rapporté au genre *Argès* de M. Dehaan. Je vous proposerai de l'appeler *Arges Murchisoni*.

Pour faire connaître convenablement tous ces fossiles, il faudrait en donner de bonnes figures, car lorsqu'il s'agit de petites différences dans les formes, les descriptions sont presque toujours insuffisantes. Je me propose de les faire dessiner très prochainement, et j'espère pouvoir en publier quelques planches à l'occasion d'un petit travail dont je m'occupe sur les crustacés fossiles de l'argile de Londres, formation qui est remarquablement riche en animaux de cette classe.

Au Jardin-des-Plantes, ce 8 janvier 1851.

P. 152. *Toscane*. M. le professeur G.-G. Bianconi vient de nous faire parvenir une lettre de M. Al. Caillaux, insérée dans les *Nouvelles Ann. des sc. nat. de Bologne*, n° de mai et juin 1850, et dans laquelle cet ingénieur décrit les couches nummulitiques de Castellazzara, au sud du mont Amiata. La position qu'il leur assigne dans cette localité s'accorde avec celle qu'elles occupent sur les autres points de la Toscane, où elles sont à la base du macigno.

DEUXIÈME PARTIE.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DES ÉPOQUES QUATERNAIRE ET TERTIAIRE.

CHAPITRE PREMIER.

L'âge relatif des roches qui se sont élevées de l'intérieur du globe à sa surface, soit à l'état de fluidité ignée, soit à l'état pâteux, soit même déjà solidifiées, se détermine d'abord par celui des couches sédimentaires qu'elles ont traversées et ensuite par la position des dépôts qui leur ont succédé. Ces deux conditions ne se trouvent pas toujours réunies, ou sont souvent difficiles à observer, de sorte qu'on demeure incertain sur le moment précis où tel ou tel produit igné s'est manifesté au dehors. Il est arrivé aussi que des roches pyrogènes ont été soulevées plus ou moins longtemps après leur complète solidification, et les dérangements qu'elles ont produits dans les couches de sédiment qui les recouvrent, ou en contact avec elles, ne traduisent plus exactement l'époque de leur première apparition ou de leur refroidissement. Enfin la pénétration ultérieure des roches ignées par d'autres de même origine, sous forme de dykes, de filons ou de veines, et dont les caractères minéralogiques sont différents, est un troisième mode de relation auquel on a aussi recours pour aider à fixer l'âge des unes et des autres. Observations générales.

Cette partie de la science, l'une des plus importantes sans contredit, est aussi l'une des moins cultivées et manque encore d'une direction rationnelle. Telle que nous la considérons, son étude devrait marcher parallèlement à celle des terrains sédimentaires, et en procédant par un examen chimique comparatif, comme l'autre procède par un examen comparatif des fossiles. Il est probable que les résultats obtenus par cette voie conduiraient à des lois

géogéniques encore inaperçues, de même que ceux déduits des fossiles ont donné lieu à des considérations biologiques nouvelles, ou bien ont complété celles qui n'avaient été qu'entrevues.

Déjà quelques géologues chimistes ont publié des travaux de ce genre, travaux estimables sans doute, mais auxquels peu de personnes accordent l'attention qu'ils méritent ; aussi nous attacherons-nous à faire ressortir, autant que notre cadre le permet, tout l'intérêt auquel nous pensons qu'ils ont droit. Parmi les analyses de détail dont la minéralogie s'encombre chaque jour, on trouve à peine quelques séries de recherches poursuivies, sur une certaine étendue, dans la même direction. Le plus ordinairement on ne s'occupe que de minéraux cristallisés, isolés de la roche qui les enveloppe et que l'on néglige, ou bien de substances d'une composition assez constante et assez définie pour être traduite en formules ; or il est facile de voir qu'en accumulant ainsi des milliers de matériaux, sans aucune vue générale, sans aucun ordre pris dans la nature même, l'histoire chimique de la terre ne peut avancer.

Les savants auxquels nous venons de faire allusion ont donné des aperçus fort ingénieux ; néanmoins si l'on considère que ces études n'ont encore embrassé que quelques parties de l'Europe, que quelques volcans anciens et modernes, on sentira la nécessité, pour atteindre les lois, de comparer les produits ignés d'un très grand nombre de points de la surface du globe.

Ainsi les roches pyrogènes doivent être étudiées, d'une part dans leurs rapports géologiques avec les couches sédimentaires qu'elles traversent et qu'elles modifient plus ou moins, comme avec les roches de même origine qu'elles pénètrent ; de l'autre, dans leur composition minéralogique et chimique comparée, relativement à leur ancienneté et à leur distribution géographique ; et cela de la même manière que les roches de sédiment sont étudiées dans leurs caractères stratigraphiques, pétrographiques et paléontologiques. Jusqu'à présent on doit reconnaître que les zoologistes ont mieux compris l'importance de leurs recherches, par rapport à l'histoire organique de la terre, que les chimistes ne l'ont fait par rapport à son histoire inorganique, et cependant ce n'est que par le concours simultané des uns et des autres, que la théorie complète des phénomènes dont sa surface a été le théâtre pourra sortir tout à fait du vaste champ des hypothèses pour entrer dans le domaine plus restreint de la vérité.

On doit peut-être attribuer cette indifférence pour la chimie des

roches aux difficultés qu'elle présente, au temps et à la persévérance qu'elle exige, aussi bien qu'à la manière superficielle et souvent nulle dont elle a été traitée dans les ouvrages généraux de la science. On a cherché parfois à appliquer certains résultats obtenus dans le laboratoire à l'explication des phénomènes du globe, mais sans qu'on s'aperçût qu'il manquait toute une série de recherches importantes et même indispensables, par-dessus laquelle on sautait comme à pieds joints, et c'est précisément celle sur laquelle nous insistons. D'un autre côté, les auteurs, préoccupés de ce qu'ils ont vu dans l'Europe occidentale, où les produits ignés, assez nombreux, ne se présentent cependant que sur une échelle comparativement restreinte, ont toujours oublié que, dans une exposition réelle de la géologie, il fallait sortir de ces détails de localité, qu'il fallait agrandir le plus possible l'horizon de la science, en y faisant entrer au même titre tout ce que l'on sait des autres parties du globe, afin de juger de l'importance relative des faits que l'on est porté à exagérer, par cela seul qu'on les a plus souvent sous les yeux. C'est pour essayer de combler quelques unes de ces lacunes, que nous avons donné à cette partie de notre travail un développement que l'état actuel de la géologie nous a paru réclamer, et cela d'autant plus impérieusement que le sujet a été plus longtemps négligé. Nous examinerons plus tard au même titre les roches cristallines plus anciennes, la théorie des filons et celle du métamorphisme, qui ne sont que des parties de ce grand ensemble de phénomènes pour l'explication desquels la chimie doit être notre véritable flambeau.

Nous parlerons simultanément des roches ignées qui ont surgi pendant les époques quaternaire et tertiaire, ou qui, ayant traversé les couches de la formation crétacée, leur sont évidemment postérieures. Nous continuerons à suivre l'ordre géographique adopté dans la description de ces terrains, et si nous ne partageons pas de même ces roches en deux grandes époques, c'est parce que, dans l'état actuel de la science, il y a un certain nombre d'entre elles dont les rapports laissent encore beaucoup d'incertitude, et il nous suffira de rappeler, en ce qui les concerne, les opinions des géologues qui les ont observées. Dans beaucoup de cas, à la vérité, ceux-ci se sont abstenus de tout examen de ce genre, et se sont bornés à mentionner ou à décrire les roches qu'ils rencontraient dans leurs voyages, sans s'occuper de leurs relations avec les dépôts sédimentaires environnants. Il sera d'ailleurs facile, lorsque

plus tard les données auront été complétées, de séparer, dans notre travail même, ce qui appartient à l'une ou à l'autre époque.

Par suite de la nature même du sujet, les détails dans lesquels nous allons entrer paraîtront souvent décousus, car il n'y a pas, ou du moins on rencontre très rarement, entre les divers massifs ignés, cette liaison et cette continuité qu'offrent ordinairement, sur de grandes étendues, les formations sédimentaires. Mais si l'on remarque que ces détails font naturellement suite à ceux que nous avons donnés sur les *Produits volcaniques de l'époque moderne* (*antè*, vol. I, p. 485), on aura, par leur réunion, un vaste ensemble de produits analogues qui a été déjà représenté géographiquement dans l'*Essai d'une carte géologique du globe* dû à M. Boué. D'un autre côté, le dernier chapitre, que nous consacrerons spécialement aux résultats généraux obtenus par l'examen chimique et minéralogique de ces mêmes roches, résumera un certain nombre de faits au point de vue géogénique.

§ 1. Iles Féroë (1).

Disposition des roches.

Le petit archipel des Féroë, déjà connu par les publications de M. Allan (2), de C. Graba (3) et de M. Forchhammer (4), a été aussi l'objet des recherches de M. J. Durocher (5). D'après ce dernier voyageur, ces îles sont géologiquement d'une composition très uniforme, et se montrent à l'observateur comme d'énormes masses de trapp complétement isolées au milieu de l'Océan boréal. Les coulées successives ne sont séparées les unes des autres que par des bancs de matières tufacées de 3 à 5 mètres de hauteur. La puissance des

(1) Nous suivrons ici l'orthographe adoptée par M. Durocher et dans le *Complément du Dictionnaire de l'Académie;* mais on trouve aussi ce nom écrit : Feroe, Fœroe, Ferö, Fœrö, Færoer, Faroer, etc.

(2) *Transact. roy. Soc. of Edinburgh.* 1815.

(3) *Tagebuch ein. Reise nach Feroe, in Jahr* 1828. In-8. Hambourg, 1830.

(4) *Selsk. naturwid. og. Math. afh.*, vol. II, p. 159, 1826 (*Mém. de l'Acad. de Copenhague*).—*Arch. für. Miner.* de *Karsten*, vol. II, p. 197.

(5) *Notice géol. sur les îles Féroë* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. VI, p. 437, 1844). — *Recherches sur les roches et les minéraux des îles Féroë* (*ibid.*, 3e sér., vol. XIX, p. 547, 1841). Ce mémoire est une thèse de chimie qui a aussi été imprimée à part.

nappes trappéennes varie de 2m,50 à 3 mètres; quelquefois elle atteint 35 et même jusqu'à 100 mètres. La matière ignée paraît s'être étendue à l'état de fluidité parfaite sur des surfaces presque horizontales; aussi n'observe-t-on pas de scories à sa surface. De grandes fentes ont ensuite été remplies par une autre roche trappéenne à grain fin, ressemblant à du basalte et divisée en prismes perpendiculaires aux parois de ces fentes.

Les tufs semblent avoir une origine sédimentaire et résulter de la destruction superficielle des coulées. On y trouve quelques débris de matières végétales passant au lignite. Dans l'île de Sudéroë, deux couches de charbon bitumineux, très brillant, à cassure conchoïde, noir, semblable à du jayet, sont accompagnées d'argile, de fer carbonaté en rognons et d'empreintes de plantes qui ressemblent à des roseaux. Ces couches s'étendent sur une longueur de 4000 mètres et sur une largeur d'environ 1300.

L'absence de dépôts exclusivement sédimentaires ne permet guère de déterminer avec précision l'âge des trapps dont on vient de parler; mais on doit reconnaître que l'accumulation des matières ignées s'est produite pendant un temps très long, d'une manière intermittente, et que la suspension du phénomène est marquée par les assises de tuf. Aujourd'hui les nappes trappéennes s'élèvent à plus de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer, et, comme elles sont pour la plupart horizontales, il faut supposer qu'il en existe encore jusqu'à une grande profondeur.

Suivant M. Durocher, ces diverses îles n'auraient constitué autrefois qu'un seul tout qui a été divisé plus tard. Les roches qui les composent, accumulées d'abord au fond de la mer, furent soulevées après et portées en partie au-dessus de son niveau. Ce relèvement serait indiqué par la pente régulière des assises, depuis le haut des montagnes jusqu'à leur base. L'inclinaison varie dans chacune de ces îles qui, prises dans leur ensemble, paraissent avoir éprouvé un affaissement central, reconnaissable entre les îles Stromoë et Sudéroë. La partie sud de la masse s'est infléchie au nord-est, tandis que l'autre s'est affaissée au sud. C'est alors que se sera opérée la division du grand massif trappéen, division complétée ensuite par l'action incessante des vagues et d'une atmosphère constamment brumeuse.

L'examen minéralogique et chimique des roches des Féroë a conduit aussi l'auteur à quelques résultats que nous consignerons ici. Les trapps, dit-il, offrent deux variétés principales : l'une porphyroïde et souvent amygdaloïde, l'autre à texture d'apparence *Analyse des roches.*

lamellaire. La variété porphyroïde est caractérisée par de petits cristaux de feldspath labrador, disséminés dans une pâte gris verdâtre, foncée, compacte ou à grain fin, renfermant tantôt 2 à 3 pour 100 d'eau, tantôt seulement 1/2 pour 100, ou même point du tout. Les variétés hydratées, verdâtres, à cassure lamelleuse, montrent parfois des lames dont l'aspect ressemble à celui du diallage bronzite, et dont l'analyse a fait aussi ressortir l'analogie avec le diallage. M. G. Rose, ayant rapporté au labradorite le feldspath des euphotides, on aurait ici une association absolument du même genre. Les variétés porphyroïdes anhydres sont magnétiques et quelquefois magnéti-polaires. Leur analyse a donné, défalcation faite du labradorite, un bisilicate de fer et de magnésie, et conduit à une formule qui est celle de l'hypersthène. Les roches diallagiques et hypersthéniques alternent d'ailleurs entre elles et sont intimement associées. Les bancs de tuf, composés des mêmes éléments que les trapps, renferment beaucoup de zéolithes, et leur origine serait la même que celle des tufs trachytiques des environs de Naples.

La position des îles Féroë, entre l'Islande d'une part, l'Ecosse et l'Irlande de l'autre, a engagé M. Durocher à comparer les produits ignés de ces divers points. On a vu qu'en Islande (*antè*, vol. I, p. 486) le phénomène des éruptions ne s'était point arrêté à ce que l'auteur nomme ici l'*époque trappéenne ancienne*, mais qu'il s'est continué jusqu'à nos jours, en subissant diverses modifications, depuis la sortie des trapps jusqu'à celle des laves modernes. Or celles des rochers de cette île qu'il suppose du même âge que les trapps des Féroë renferment aussi du labradorite, et leur pâte contient de l'eau. Entre les coulées anciennes de l'Islande il existe également des couches de tuf semblable à celui des Féroë, et de ces analogies le géologue que nous citons en a déduit la contemporanéité des roches (1).

(1) Des recherches publiées récemment par M. Damour (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 83, 1850), et que cet habile chimiste doit continuer, conjointement avec un travail minéralogique de M. Descloizeaux sur les produits ignés de l'Islande, ont déjà jeté un nouveau jour sur cette classe de faits. M. Damour a donné, en outre, les analyses de l'harmotome et de la lévyne de cette île (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. IX, p. 333, 1846). — Nous ajouterons encore à ce que nous avons dit sur l'Islande (*antè*, vol. I, p. 486) les indications suivantes : J. C. Schytte, *Hekla og dens sidste Udbrand;* in-8, 10 pl.

Avec les trapps de l'Ecosse la ressemblance est moins frappante, quoique leur feldspath se rapproche aussi beaucoup du labradorite. La quantité d'eau contenue dans le trapp de Dudley a été trouvée de 3 pour 100, dans celui de Staffa (îles Hébrides) de 4,15, et dans celui de la Chaussée-des-Géants, en Irlande, de 3,26. L'eau renfermée dans ces roches est faiblement alcaline, ce qui paraît dû à une très petite quantité de matière ammoniacale; ainsi les trapps d'Ecosse et d'Irlande, formés de labradorite et d'un élément ferrifère attaquable par les acides et souvent combiné avec une certaine proportion d'eau, ont beaucoup d'analogie avec ceux des Féroë, mais leur identité exigerait encore des recherches plus complètes. D'un autre côté, les trapps d'Irlande sont les seuls dont la postériorité à la formation crétacée ait été démontrée géologiquement.

Zéolithes.

M. Durocher a étudié en outre les minéraux recueillis dans les roches dont nous venons de parler. Ce sont la chabasie, la mésotype et des variétés de mésolite (avec chaux et soude), la scolésite, variété avec chaux, l'heulandite, l'apophyllite, la stilbite et ses sous-espèces (l'épistilbite, l'hypostilbite et la sphérolite). Ces zéolithes forment des géodes cristallines dans les trapps, ou des veines et même de petits filons. Toutes les amgydaloïdes zéolithiques sont postérieures à la roche qui les entoure. Elles abondent particulièrement au contact du trapp et du tuf, où les fissures plus nombreuses ont permis aux zéolithes de cristalliser plus librement. Quelquefois ces substances adventices relient des fragments de la roche, et constituent une brèche zéolithique. De plus, les fentes remplies de la sorte se croisent et se rejettent comme à la rencontre de fissures ou de filons remplis à des époques différentes.

Cette disposition permet de penser que les zéolithes ne se sont pas séparées du trapp par suite d'une action électro-chimique et alors qu'il était encore mou, mais qu'elles ont été formées longtemps après. Certaines cavernes fort étendues, et dont les parois sont en partie tapissées de zéolithes disposées comme des stalactites,

---

et carte. 1847. — L'*Hékla en Islande et ses dernières éruptions le 2 septembre* 1845 (*Bull. de la Soc. géogr.*, 3ᵉ sér., vol. X, p. 343, 1848). — W. Sartorius de Waltershausen, *Physisch, geograph. Skizze von Island*, etc., Esquisse physique et géographique de l'Islande, avec des considérations particulières sur les volcans; in-8. 1847. — F. A. Genth, *Recherches sur les produits de l'Hékla* (*Ann. de chim.* de Liebig, v. LXVI, p. 13; *Arch. des sc. nat. de Genève*, v. IX, p. 72. 1848.)

prouvent encore leur postériorité. Si l'on remarque en outre, que plusieurs de ces cavernes, dues à l'action des vagues, sont probablement très récentes, on admettra peut-être que la production des zéolithes peut encore avoir lieu de nos jours. Dans les îles Féroë, comme en Irlande, ces substances sont associées avec le spath calcaire et la calcédoine; dans le Palatinat on en trouve avec du quartz-agate. Quant aux calcédoines des Féroë, elles se sont déposées exactement de la même manière que les zéolithes.

§ 2. Irlande.

Les roches pyrogènes désignées sous les noms de trapp, de basalte, de diorite ou grunstein, d'amygdaloïde ou de spilite, etc., sont assez répandues dans certaines parties des îles Britanniques, mais ce n'est que dans le nord de l'Irlande où leur position, par rapport à la craie qu'elles ont traversée puis recouverte, nous donne la certitude qu'elles y ont surgi après les formations secondaires. Partout ailleurs, en Ecosse, dans les îles d'Arran, de Mull (1), de Staffa (Hébrides) (2), dans le nord et l'ouest de l'Angleterre, les roches dont nous parlons ne sont en rapport qu'avec des dépôts sédimentaires beaucoup plus anciens, et nous n'avons par conséquent point à nous en occuper ici.

Comté d'Antrim.

MM. Conybeare et Buckland (3) ont depuis longtemps donné une coupe des côtes du comté d'Antrim, depuis Tort-Point jusqu'au château de Dunluce, non loin des limites du comté de Londonderry, coupe dans laquelle on voit parfaitement le basalte reposer indifféremment sur les couches de la formation houillère et sur celles de la craie qui ont été brisées, dérangées et modifiées par son apparition. Des dykes basaltiques plus récents ont ensuite recoupé les produits des premières éruptions.

Les dérangements occasionnés par la sortie des trapps ont été décrits plus tard par M. J. Brice (4), et M. R. Griffith a fait con-

(1) Dans la partie méridionale de l'île de Mull le trapp est plus récent que les couches de la formation jurassique dont il enveloppe des fragments.

(2) Voyez aussi Maggilivray, *Notes sur les productions naturelles de l'île de Saint-Kilda, l'une des Hébrides* (*Bibl. univ. de Genève*, n° 80, août 1842).—*Edinb. new phil. Journ.*, vol. XXXII, p. 47.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, 1re sér. vol. III. — De la Bèche, *Coupes et vues*, etc., pl. 19.

(4) *Ibid.*, 2e sér., vol. V, p. 78. 1837.

naître les *veines de syénite qui traversent le micaschiste et la craie dans la falaise de Good-Land et à Torr-Eskert au sud de Fair-Head* (1). Ces veines, qui coupent obliquement les feuillets du micaschiste, sont flexueuses, ondulées et non parallèles entre elles. Au sud de Murlough-Bay, dans la falaise de Good-Land, qui a 150 mètres de hauteur, on remarque des veines qui se bifurquent. La roche qui les compose est à grain fin, d'un vert foncé, formée d'amphibole, de feldspath rouge brun et accidentellement de quartz. L'amphibole est plus abondante vers le haut et le bas de la veine qu'au centre, et la roche, sur divers points, passe du diorite à la syénite.

La syénite de Torr-Eskert, qui se trouve au contact du micaschiste et de la craie, ou qui plutôt s'est introduite entre les deux roches en brisant aussi les couches inférieures de la seconde, paraît être le prolongement des veines précédentes. Ici elle enveloppe des fragments de la partie inférieure de la craie, et elle est recouverte par la supérieure. A son contact la craie est endurcie et compacte, et sa teinte, ordinairement d'un blanc jaunâtre, est devenue rougeâtre. Dans quelques échantillons la craie et la syénite sont tellement unies, qu'elles semblent avoir fait originairement partie de la même masse. Ces coupes de Torr-Eskert montrent la craie reposant horizontalement sur le micaschiste incliné de 10 à 15 degrés, et la syénite qui est intercalée dans cette craie ou à sa base formé aussi une couche horizontale. Elle entoure des cailloux siliceux de la partie inférieure de la craie, et l'on trouve, en outre, des sphéroïdes aplatis de syénite enveloppés dans la masse crayeuse. L'auteur pense que ces morceaux ont été injectés à l'état fluide dans le sédiment calcaire encore mou, mais on peut supposer aussi qu'ils se sont moulés dans quelques cavités préexistantes de la craie en les remplissant.

Comté de Londonderry.

Du comté d'Antrim les roches trappéennes s'étendent dans celui de Londonderry, dont elles bordent la partie orientale, depuis le lac de Foyle et la côte de l'Océan jusque vers le milieu de la rive occidentale du lac de Neagh (loch ou lough-Neagh). Elles y recouvrent aussi la craie et des dépôts plus anciens; souvent elles affectent la forme de digues isolées, composées d'une série de couches régulières, mais en partie dénudées. M. J. E. Portlock (2) attribue cette

(1) *Ibid.*, p. 179. — *Bull.*, vol. IX, p. 291. 1838.
(2) *Report on the geology*, etc., Rapport sur la géologie du

disposition à l'alternance de lits durs et solides avec des lits friables et tendres dont la destruction est très facile. Les escarpements font voir tantôt le passage de la roche dure à une roche devenue tendre par la décomposition, tantôt le changement inverse par suite d'une action ignée postérieure, ce qui prouverait que non seulement les nappes de basalte se sont épanchées successivement, mais encore qu'un temps considérable à dû s'écouler entre chacune d'elles. De plus, l'auteur croit que quelques uns des lits d'amygdaloïde ont été plutôt rejetés à l'état de boue volcanique qu'à l'état de lave, et que leur solidification et leur cellulosité résultent de l'influence des basaltes qui sont venus après. Les basaltes prismatiques ne forment qu'une bande assez étroite et n'appartiennent pas à une époque d'éjection différente des autres; leur structure est due à quelque circonstance particulière du refroidissement. Ceux de Craigabulliar offrent à la fois la structure massive et la structure colonnaire, et les roches prismatiques supportent celles qui ne le sont pas.

L'émission des basaltes et des boues basaltiques a dû se continuer pendant un temps fort long, puisqu'on observe à la Chaussée-des-Géants (*Cause-way*, Antrim) un banc de lignite de 2 mètres d'épaisseur, placé entre deux nappes de basalte prismatique, et les périodes d'éruption ont dû être séparées par des périodes de repos, comme dans les volcans modernes. Quant aux sillons de la surface de la craie, souvent remplis de cailloux roulés, d'argile et de silex, ils résulteraient d'une dénudation opérée par des courants d'eau avant l'éruption des basaltes.

Les couches du lias ont éprouvé de notables modifications, depuis le simple endurcissement jusqu'à un mélange complet des éléments du basalte (p. 150). Des Bélemnites ont leur cavité alvéolaire remplie de pyroxène cristallisé provenant de la roche sous-jacente, et des empreintes d'Ammonites montrent des zéolithes attribuées de même à des actions métamorphiques. Les changements opérés sur les roches ignées ont été aussi le sujet des recherches de M. Portlock, mais nous devons faire remarquer qu'il mentionne toujours l'augite et non l'amphibole comme partie constituante de ces roches, lesquelles sont désignées tantôt sous le nom de basalte, tantôt sous ceux de grunstein et de trapp, ce qui peut faire supposer qu'il ne

comté de Londonderry, etc., p. 144 ; in-8, avec carte, coupes, vues et planches de fossiles. Dublin, 1843.

s'est pas bien rendu compte de la valeur minéralogique et pétrographique de ces dénominations.

La coupe de Magilligan offre, dans un petit espace, presque toutes les variétés de *roches de trapp* qui se trouvent sur le grand plateau. L'olivine, signalée dans plusieurs bancs, montre que sur ce point la roche est un vrai basalte. En outre, l'auteur distingue (p. 155) deux sorte de dykes : les uns appartenant au basalte régulier, comme celui du pont de Lady O'Cahan ; les autres, comme celui de Fermanagh, n'offrant aucune des particularités du basalte, et ayant une origine différente. Ce dernier est composé d'amphibole cristallisé et de feldspath, à la fois compacte et cristallin. Ces deux espèces de dykes sont d'ailleurs dans des districts fort éloignés du grand manteau basaltique.

L'élévation la plus considérable qu'atteigne ce dernier se trouve sur les bords est et ouest du bassin qu'il occupe. Ainsi, à l'est, dans le comté d'Antrim, il se maintient entre 450 et 550 mètres, et à l'ouest, dans celui de Londonderry, entre 335 et 600 mètres. On ne peut guère penser que le basalte se soit étendu dans ce bassin de manière que les nappes inclinent en sens inverse ou vers son centre, comme les strates sous-jacents, et l'on doit admettre que la dépression médiane de la craie, qui suit la direction de la Beam, est le résultat d'une dislocation postérieure, et que les failles observées dans la craie, le long de la côte nord, sont dues à des oscillations qui l'ont accompagnée. D'après M. Portlock, qui nous semble attribuer en général une très grande importance au métamorphisme de contact, les couches sédimentaires déposées entre deux éruptions de basalte auraient été métamorphisées assez complétement pour qu'on ne puisse plus les distinguer aujourd'hui des produits ignés. L'épaisseur de toute la masse, rangée avec le basalte comme ayant une origine pyrogène, est d'ailleurs très variable, par suite des dénudations qui sont survenues, mais elle peut être évaluée entre 100 et 200 mètres.

Quoique nous devions y revenir plus tard, nous mentionnerons encore ici un fait très remarquable observé par M. Verschoyle (1) sur les deux côtés de la baie de Killala, dans le comté de Sligo : c'est la présence de masses de véritable trachyte recouvrant le calcaire de montagne et coupées par des dykes de trapp d'un âge en-

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 149. 1832-40.

core indéterminé. Non seulement c'est le seul point où le trachyte ait été découvert dans les îles Britanniques, mais encore ce gisement semblerait être plus ancien que tous ceux que l'on connaît.

CHAPITRE II.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DES ÉPOQUES QUATERNAIRE ET TERTIAIRE DE LA FRANCE.

---

§ 1. France orientale.

Gundershofen, Riquewihr.

Nous mentionnerons ici quelques roches ignées qui, quoique traversant seulement les formations secondaires anciennes, ont été regardées, tant à cause de leurs caractères minéralogiques que par certaines relations avec d'autres produits analogues dont l'âge est bien déterminé, comme ayant apparu pendant l'époque tertiaire ou même dans celle qui l'a suivie. Tel est le culot basaltique de Gundershofen, au nord-ouest de Haguenau, qui s'est fait jour à travers le lias; tel est celui de Riquewihr, au nord-ouest de Colmar, qui a percé les marnes irisées, et celui de la côte d'Essey, au sud de Lunéville, qui sort du grès inférieur du lias.

Basalte d'Essey.

Ce dernier gisement, celui dont on s'est le plus occupé, avait été signalé, en 1818, par C.-A. Gaillardot (1). M. Élie de Beaumont (2) a donné, en 1830, une coupe de la colline que couronne le basalte, et dans laquelle on observe la série des couches, depuis le grès inférieur du lias jusqu'au muschelkalk. M. Rozet (3) l'a également mentionné, ainsi que M. Hogard (4). Dans le premier volume de l'*Explication de la carte géologique de la France* (5), M. Élie de Beaumont, considérant les divers produits ignés que nous venons de rappeler, les a rattachés au groupe du Kaiserstuhl, dont nous parlerons plus loin, et dont les accumulations de roches pyrogènes sem-

---

(1) *Notice géognostique sur la côte d'Essey*; in-8. Lunéville, 1818.

(2) *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. I, p. 108. 1830.

(3) *Descript. géol. de la partie méridionale de la chaîne des Vosges*, p. 99; in-8, avec carte. Paris, 1834.

(4) *Descript. minér. et géol. du système des Vosges*, p. 359; in-8, avec atlas. Épinal, 1837.

(5) P. 432. In-4. Paris, 1841.

blent appartenir au commencement de l'époque quaternaire. Plus tard M. Levallois (1), à qui l'on doit des travaux importants sur le trias de l'est de la France, a donné sur cette localité une notice particulière, où l'on voit que, tout en admettant l'origine ignée de la roche noire d'Essey, qui fait partie d'un dyke injecté à travers le terrain stratifié, à 120 mètres au-dessus de la plaine environnante et à 427 mètres d'altitude, rien n'autorise à penser que ce soit les restes d'un ancien volcan, comme le croyait Gaillardot.

Les trois mamelons basaltiques qui surmontent la côte d'Essey sont, dit M. Élie de Beaumont (2), alignés N. 6° O. Le plus septentrional est une petite butte reposant sur la dolomie blanc jaunâtre des marnes irisées; celui qui est au sud paraît occuper la même position, et celui du milieu, le plus élevé des trois, est entouré par le grès inférieur du lias. Des fouilles pratiquées au sommet de la colline ont permis d'observer le basalte en place, et d'y reconnaître des prismes à cinq ou six pans, semblables à ceux des volcans du Vivarais, et contenant aussi du fer oxydulé et du péridot (3).

L'analyse de cette roche ayant donné à M. Braconnot (4) des huiles empyreumatiques et de l'ammoniaque, ce chimiste en avait conclu la présence de matières organiques, et par conséquent l'origine sédimentaire, non seulement des basaltes d'Essey, mais encore du trapp de Raon-l'Étappe et d'autres roches des Vosges regardées comme pyrogènes. Il s'appuyait en outre sur ce que les vrais basaltes de l'Auvergne et de diverses localités, caractérisés par le péridot, ne donnent point de produits ammoniacaux. Mais M. Levallois, dans la note précitée, a parfaitement démontré combien était peu fondée la conséquence que M. Braconnot avait déduite de ses recherches.

Département de Saône-et-Loire. Dans le département de Saône-et-Loire le basalte se montre sur plusieurs points. Au sud-est d'Autun, près du Drevin, M. de Bon-

(1) *Observations sur la roche ignée d'Essey-la-Côte*; in-8. Nancy, 1846.

(2) *Explication de la carte géologique de la France*, vol. II, p. 56. 1848.

(3) Guibal, *Mém. sur les terrains du département de la Meurthe, inférieurs aux calcaires jurassiques*, p. 14.

(4) *Analyse comparative du trapp de Raon-l'Étappe et du basalte de la côte d'Essey* (*Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. III, p. 401, 1838; — *Mém. de la Soc. roy. de Nancy*, 1839, p. 79; — *Ann. de chimie et de phys.*, vol. LXVII, p. 104-109; — *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XV, p. 565).

nard (1) a décrit deux cônes de basalte compacte, très noir, avec olivine, aragonite et mésotype, signalés dès 1783 par l'abbé Soulavie, et qui furent étudiés en 1836 par la Société géologique (2). Leur élévation est de 30 mètres au-dessus du plateau environnant, et leur altitude de 497 mètres, suivant M. Rozet (3). On ne remarque ni conglomérats ni scories dans le voisinage, mais seulement des fragments de quartz calcédonieux noircis, et de calcaire à entroques un peu altéré. En général, les couches du lias se relèvent autour de ces cônes, mais près du village elles semblent plonger vers leur axe. Plus au sud, entre Châteauneuf en Brionnais et Tancou, M. Cordier avait également constaté l'existence de roches semblables, qui paraissaient sortir du granite; d'autres ont été indiquées par M. Raquin plus à l'ouest, au milieu du lias et des calcaires jurassiques, entre Mailly et Fleury, et à Launay, près Sainte-Foix (4). M. Manès (5), qui ne paraît pas avoir connu les travaux de ses prédécesseurs, cite encore l'affleurement de basalte d'Iguérande, dans des calcaires de l'oolithe inférieure.

§ 2. France centrale.

Département de l'Allier.

Au-dessous de l'ancien château de Mont-Peyroux, près de Vichy, M. A. Viquesnel (6) a mentionné un amoncellement de gros prismes basaltiques renversés pêle-mêle les uns sur les autres, et M. H. Lecoq (7) a constaté que des excavations artificielles avaient été pratiquées dans cette roche, sortie par un orifice fort étroit du terrain de transition, où elle constitue un dyke. Deux autres dykes de même nature ont été indiqués à peu de distance par les auteurs de la *Carte géologique de la France*, et peut-être en existe-t-il encore aux environs. Plus tard, C. Boulanger (8) a décrit, dans l'ar-

---

(1) *Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le gisement du terrain d'arkose;* in-8, p. 102. 1828.

(2) *Bull.*, vol. VII, p. 340. 1836.

(3) *Mém. sur les montagnes qui séparent la Loire du Rhône et de la Saône* (*Mém. de la Soc. géol.*, vol. IV, p. 80, 1840, avec cartes et coupes).

(4) Voyez la carte du mém. précité de M. Rozet.

(5) *Statist. minér. géol., etc., du département de Saône-et-Loire*, p. 84; in-8, avec carte. Mâcon, 1847.

(6) *Bull.*, vol. XIV, p. 154, 1842.

(7) *Vichy et ses environs;* in-8, p. 175. 1836.—Alex. Giraudet, *Descrip. géogn. des environs de Vichy;* in-8.

(8) *Statistique minér. et géol. du département de l'Allier*, p. 94; in-8. Moulins, 1844.

rondissement de La Palisse, trois gisements de roches ignées qui ont tous les caractères du véritable basalte, et que, par ce motif, il n'a point hésité à regarder comme du même âge que ceux de l'Auvergne. Le premier est celui du château de Mont-Peyroux; le second, celui de la Saulzet, sur la rive gauche du Jolan, et le troisième, le gisement de Bagnetier, où le basalte est en filons au milieu d'un cône de porphyre qui occupe le centre d'un petit cratère de soulèvement très régulier, de 50 mètres de diamètre.

Département du Puy-de-Dôme. En 1834, au moment où commence notre examen historique des travaux sur la géologie, la grande discussion à laquelle avait donné lieu le mode de formation du Mont-Dore et du Cantal touchait à sa fin; les principaux arguments pour et contre l'application de la théorie des cratères de soulèvement à ces deux massifs montagneux avaient été produits, et ce que l'on a ajouté depuis ne nous représente guère que les derniers retentissements de cette lutte importante. Le caractère de ces publications et les détails qu'elles renferment ne pourraient être bien compris qu'en revenant sur les raisonnements fondamentaux déjà exposés par M. Boué dans ses *Résumés*, de 1831 à 1833. Aussi nous bornerons-nous à mentionner les mémoires qui, depuis 1834, ont été publiés sur la question générale, renvoyant au chapitre où nous traiterons spécialement des diverses théories tout ce qui peut s'y rattacher.

Ainsi, à l'appui des idées si savamment développées par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont (1); M. J. Fournet a donné un *Aperçu sur les révolutions successives qui ont produit la configuration actuelle du Mont-Dore* (2) M. J.D. Forbes, des *Notes sur la géologie de l'Auvergne* (3), et M. L. de Buch, une *Notice sur les volcans et les cratères de soulèvement* (4). M. A. Burat, dans sa *Description des terrains volcaniques de la France centrale* (5), a aussi adopté, du moins en partie, la même manière de voir; tandis que l'opinion contraire a été défendue par de Montlosier (6), par

(1) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. III. 1833. — *Mém. pour servir à une description géol. de la France*, vol. II. 1834. — *Bull.*, vol. II, III et IV. 1832-34.

(2) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. V, p. 237. 1834.

(3) *Proceed. roy. Soc. of Edinburgh*, 7 déc. 1835. — *Edinburgh new phil. Journ.*, vol. XX, p. 415. 1835.

(4) *Ibid.*, vol. XXI, p. 189. 1836.

(5) In-8. Paris, 1833.

(6) *Ann. scient. de l'Auvergne*, vol. VII, p. 449. 1834. — *Ibid.*, p. 273.

M. C. Prévost (1), par A. Desgenevez (2), et, plus récemment, par M. V. Raulin (3). Les roches pyrogènes du plateau central de la France ont été d'ailleurs, depuis Guettard, qui écrivait en 1752, jusqu'à nos jours, l'objet d'une multitude de recherches pour lesquelles on devra consulter les indications bibliographiques données par M. A. Boué (4) et par M. Raulin (5), et dont les résultats les plus importants sont parfaitement exprimés sur la *Carte géologique de la France*, dressée par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

Nous exposerons d'abord les faits qui se rattachent à certaines localités des départements du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire et du Cantal, et nous rendrons compte ensuite de quelques ouvrages qui, considérant dans leur ensemble les produits ignés qui occupent une si grande partie du plateau central, renferment des aperçus généraux et théoriques d'un autre ordre que ceux dont nous venons de parler.

M. H. Lecoq est un des géologues qui ont le plus contribué à faire apprécier le haut intérêt que présentent les roches ignées de l'Auvergne. Des connaissances variées, jointes à un grand zèle pour la science et au désir bien naturel de faire partager sa juste admiration pour les phénomènes dont ce pays a été témoin, lui ont fait entreprendre des recherches de plus d'un genre pour lesquelles les naturalistes lui doivent une véritable reconnaissance. Après avoir déjà publié divers ouvrages, soit seul, soit avec la collaboration de son compatriote, M. J.-B. Bouillet, M. Lecoq a donné un *Itinéraire de Clermont au Mont-Dore* (6), dont la première partie reproduit beaucoup de faits déjà indiqués par lui, et en particulier dans les

---

(1) *Compt. rend.*, vol. I, p, 431, 1835. — *Bull.*, vol. XIV, p. 217, 1843. — *Soc. philomatique*, 7 janv. 1843. — *L'Institut*, 19 et 26 janv. 1843.

(2) *Observations sur le Cantal et les Monts-Dore* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 175, 1834).

(3) *Bull.*, vol. XIV, p. 172, 1843.

(4) *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 383, 512 et 513. Paris, 1835.

(5) *Géologie de la France*, dans l'ouvrage intitulé *Patria*, in-8. Paris, 1844.

(6) *Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. VII, p. 43 et 97, 1834.

Nous employons ici l'orthographe adoptée par Ramond, M. Lecoq, les auteurs de la *Carte géologique de la France*, etc., et dérivée de *Mons duranius* et de *Mons Douræ;* Malte-Brun et J. J. Huot écri-

Vues et coupes des principales formations géologiques du département du Puy-de-Dôme (1), et dont la seconde traite de l'âge des roches volcaniques.

Les tufs et les conglomérats trachytiques sont, dit-il, postérieurs aux couches tertiaires de la Limagne qu'ils recouvrent. L'éruption des trachytes a suivi de très près les dépôts tertiaires, et le creusement de la vallée de l'Allier est postérieur à la sortie des premiers trachytes. Vers les points culminants du sol, de nouvelles coulées trachytiques, moins étendues que les précédentes, les ont recouvertes, et elles s'en distinguent aussi bien par leur aspect brisé et discontinu que par les caractères de la roche. Peut-être sont-elles contemporaines des filons de même nature, mais elles prouvent du moins que la vallée du Mont-Dore n'existait pas alors (2).

Dans une seconde période s'élevèrent les filons trachytiques et eut lieu le premier soulèvement du sol. Les filons ont rempli les fentes par lesquelles les matières volcaniques s'étaient écoulées, et comme ces fentes se trouvaient pour la plupart au centre de l'éruption, c'est aussi là que les filons se montrent le plus nombreux. Les trachytes constituent donc, comme les basaltes, des nappes distinctes et des filons. M. Lecoq pense que dans les deux cas ces derniers n'ont pas été remplis par la matière même qui en sortait d'abord pour s'étendre en nappes à la surface du sol, mais qu'ils sont plus récents et ont produit des massifs soulevés plus tard, et qui dominent aujourd'hui les plateaux environnants. C'est autour du pic ou *puy* de Sancy que ce phénomène est le mieux caractérisé; alors se manifestèrent un premier soulèvement et des dislocations; une partie du sol fut dénudée, et les filons plus solides ou offrant plus de résistance aux agents de dénudation persistèrent en formant des saillies ou des aspérités à la surface. L'apparition des phonolites antérieures aux coulées basaltiques date probablement aussi du même temps. Cepen-

---

vent Mont Dor comme sur la carte de Cassini; d'autres Mont d'Aure (*Mons Auræ*), et M. Bertrand fait dériver Mont-d'Or de *Mons Aureus*.

(1) In-8, avec atlas et carte. Clermont, 1830.

(2) M. P. Berthier, en analysant les cristaux de feldspath vitreux du Mont-Dore et ceux du Drachenfels, a fait voir que cette substance différait du feldspath ordinaire par la présence de la soude et de la magnésie qui remplacent leur équivalent de potasse (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. V, p. 540, 1834).

dant pour l'auteur, les roches Tuillière, Sanadoire et Malvial, au lieu de représenter des dykes, seraient des fragments d'une épaisse coulée dont le soulèvement aurait produit le lac de Guéry ; les eaux qui s'écoulaient d'abord dans la Sioule se sont jetées depuis dans la Dordogne (1).

L'arrivée des basaltes en nappes et en filons, suivie d'un second soulèvement, caractérise une troisième période. Les filons basaltiques sont moins abondants que ceux de trachyte et se montrent toujours éloignés du centre de soulèvement. Les nappes affectent souvent une inclinaison trop forte pour que l'on puisse croire qu'elles ont cristallisé dans cette position, ce qui conduit à admettre qu'elles ont été soulevées après leur refroidissement. Les basaltes sont superposés aux tufs ponceux, et leur relation avec les laves modernes prouve qu'il ne s'est rien produit entre les deux dernières périodes. La matière des nappes basaltiques est sortie par des orifices que marquent aujourd'hui des pics isolés et dominant ces mêmes nappes; et ces pics plus récents résulteraient d'un mouvement opéré entre l'épanchement des nappes et la sortie des laves modernes. Alors aurait eu lieu un soulèvement comparable à celui qui a accompagné l'arrivée des filons trachytiques; seulement, il aurait été plus énergique.

M. Lecoq rapporte à une quatrième période les volcans modernes et éteints, ainsi que les effets d'un troisième et dernier soulèvement. Les terrains tertiaire et primaire offraient déjà, lors de la sortie des laves, la configuration qu'ils ont aujourd'hui. L'apparition des volcans a été ressentie dans le groupe du Mont-Dore, dont le sol précédemment brisé présentait moins de résistance qu'ailleurs, mais les roches qui s'y étaient accumulées modifièrent les résultats. La masse entière fut soulevée, déchirée de nouveau, et il se produisit des fentes divergentes. Le centre d'action paraît avoir été dans le ravin de la Craie, au pied du pic de Sancy ; l'effet produit éleva le pic lui-même, et les trachytes furent portés plus haut que les dykes basaltiques qui, sans doute, les dominaient auparavant.

Le massif du pic de Sancy n'est pas, pour l'auteur, un *cratère de*

---

(1) M. Mercier dans ses *Observations sur le canton de Rochefort* (*Ann. scient. de l'Auvergne*, vol X, p. 36, 1837), après avoir donné quelques détails sur l'origine des roches Tuillière, Sanadoire, Malvial et sur le lac de Guéry, regarde ce dernier comme occupant la place d'un ancien cratère.

soulèvement proprement dit, mais bien un *centre de soulèvement;* néanmoins les forces internes n'ont pas agi en un seul point; elles se sont manifestées sur un espace circulaire assez grand, qui a été élevé en forme de dôme, et à la surface duquel se sont produites les fentes, origine des vallées actuelles, agrandies ensuite par l'action du temps et par celle des eaux. Pendant cette période se formèrent quelques cônes de scories qui avoisinent le Mont-Dore, principalement le long d'une ligne dirigée du Puy-Ferrand à la roche Sanadoire, où l'on aperçoit des traces d'une action volcanique récente. Plusieurs autres exemples portent à penser que les *puys* feldspathiques des monts Dômes se rattachent essentiellement au soulèvement du Mont-Dore, et que leur élévation a eu lieu en même temps.

Les volcans modernes de Montchalme, de Tartaret, de Montsineyre, se relient au principal foyer volcanique dont l'action s'est manifestée suivant une ligne N., S., d'abord à Monteynard, puis aux puys d'Enfer, de la Rodde, de la Vache, de Lassolas, etc., et a soulevé au delà le Puy-de-Dôme, le Petit-Suchet, le Clierzou et le Sarcouy, près desquels se trouve le volcan, cause première du soulèvement. Le puy de Chopine a été soulevé presque en entier avec une portion des roches primaires environnantes, et les laves modernes formèrent le puy des Gouttes. L'effet se continuant encore dans la même direction jusqu'au puy de Chalard, a laissé, pour dernier témoin de sa puissance vers le nord, un cratère d'explosion, qui est le *Gour* de Tazana, lac à bord escarpé, semblable à celui de Pavin, à l'extrémité sud de la ligne, regardé aussi comme un cratère d'éruption qui s'est rempli d'eau après la sortie de la coulée de Montchalme.

Le terrain primaire formant une gibbosité sous les monts Dômes, comme sous le Mont-Dore et le Cantal, M. Lecoq assigne pour cause à ce soulèvement antérieur, qui semble coïncider avec l'alignement qu'affectent les centres d'éruption, l'apparition de nombreux filons d'amphibolite, la plupart parallèles entre eux, et dont le plus puissant, composé principalement de diorite, suit une ligne presque droite, de l'extrémité de la chaîne des puys jusqu'au Cantal, en passant sous le Mont-Dore. Enfin, après avoir signalé les divers points où il a constaté les affleurements de cette roche et les filons amphiboliques qui s'y rattachent, l'auteur pense que les volcans modernes ont dû nécessairement se faire jour par les points de moindre résistance, et qu'ils ont profité de la rupture faite longtemps avant leur apparition. Quant au Mont-Dore et au Cantal, des filons con-

vergents, ou des centres de soulèvement produits par les amphibolites, ont pu y déterminer aussi les accumulations de matières volcaniques.

M. Rendu (1), en exprimant son opinion sur l'âge des volcans éteints de l'Auvergne, les regarde comme plus récents que le dernier dépôt de transport diluvien, puisqu'on ne trouve point de gravier, de blocs, de cailloux, etc., ni dans les cratères, ni sur les coulées de lave qui en proviennent. Ces dernières, au contraire, recouvrent, par places, ces débris roulés par les eaux, et il est probable que les volcans de la chaîne des Dômes ont été en activité depuis la naissance de l'homme, quoique aucune tradition de ces phénomènes ne nous soit parvenue et qu'aucune trace d'industrie n'ait été découverte dans ces produits ignés. Mais on conçoit que cette partie reculée de l'Europe pouvait n'être pas habitée alors que l'espèce humaine ne s'était pas encore étendue au delà des régions qui lui ont servi de berceau et d'où elle a rayonné plus tard.

M. Lecoq, qui avait publié en 1830, avec M. J.-B. Bouillet, un *Coup d'œil sur la structure géologique du groupe des Monts-Dores* (2), et en 1831, avec le même collaborateur, un *Itinéraire du département du Puy-de-Dôme* (3), a donné aussi un ouvrage intitulé : *Le Mont-Dore et ses environs* (4) qui peut être consulté avec un égal intérêt par le simple voyageur, par le botaniste et par le géologue. Ce dernier, surtout, y trouvera rassemblés de nombreux documents sur les variétés de roches volcaniques qui constituent ce groupe, de même que dans l'*Itinéraire de Clermont au Puy-de-Dôme*, ou description de cette montagne et de la vallée de Royat et de Fontanat (5).

Dans son *Aperçu géologique sur une partie de l'Auvergne* (6), que M. L. Ramond a traduit de l'Allemand, M. Kleinschrod a présenté un résumé fort bien fait des opinions de ses prédécesseurs et des siennes. C'est ainsi qu'il rappelle que l'étude du puy de Chopine, où la syénite s'élève à la hauteur des autres roches ignées, avait

---

(1) *Ann. scient. de l'Auvergne*, vol. X, p. 383, 1837.
(2) In-8, avec vues et coupes. Clermont, 1830.
(3) In-8, avec carte coloriée. Clermont, 1831.
(4) In-8, avec vues pittoresques. Clermont, 1835.
(5) In-8, 2ᵉ éd. Clermont, 1836.
(6) *Herta*, vol. XIV, cah. 1 (*Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. X, p. 289, 1837).

fait penser à M. de Buch (1) que les domites étaient dus, en général, à une transformation du granite, tandis que M. Poulet Scrops regardait le trachyte et le basalte comme contemporains, le premier résultant d'une modification du granite, et le second de celle des roches amphiboliques voisines. Suivant de Montlosier, des éruptions de cendres amoncelées et agglomérées par une roche régénérée auraient formé les domites qui renferment parfois des scories. M. de Buch croit que les surfaces occupées par ces mêmes domites ont été soulevées toutes en même temps, pendant la période des volcans modernes. Pour Ramond, les puys domitiques étaient d'anciennes coulées provenant du Mont-Dore et isolées par suite du développement qu'ont pris les volcans à cratère, et M. Lecoq y voit des tufs volcaniques soulevés par des actions de l'intérieur.

M. Kleinschrod, qui s'est attaché à démontrer le peu de vraisemblance que le domite puisse être une roche régénérée ou de seconde formation, le considère comme une simple lave d'une espèce particulière. L'âge de ce domite, par rapport aux basaltes et aux volcans modernes, ne lui paraît pas d'ailleurs suffisamment établi, et peut-être même n'est-il pas susceptible d'une détermination rigoureuse. Beaucoup de nappes de basalte ont été, sans doute, découpées et partagées en grands fragments, mais on peut contester la relation complète de tous les basaltes qui se dirigent au nord et à l'est du Mont-Dore, ainsi que l'avaient admise de Montlosier, Ramond et M. de Buch.

D'après MM. Jobert et Croizet, il y aurait eu des éruptions basaltiques pendant que se formaient les sédiments tertiaires de la Limagne ; mais, en l'absence de débris roulés de basaltes dans ces couches lacustres, d'autres géologues ont rejeté la contemporanéité des deux phénomènes, et la roche volcanique de Gergovia ayant paru présenter à ces derniers les caractères de coulée, ils ont regardé comme un véritable travertin les couches supérieures de la montagne.

On a déjà vu (*antè*, vol. II, pag. 658) que M. Pomel s'était rangé

(1) On doit à madame Kleinschrod la traduction française des observations de M. L. de Buch sur les volcans d'Auvergne, observations qui, bien que remontant aux premières années de ce siècle, n'en ont pas moins un vif intérêt pour la science, par la haute sagacité dont y fit preuve le célèbre géologue prussien (*Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. XIV, p. 108 et 321, 1841).

à l'opinion de M. Dufrénoy et de M. Rozet, pour qui le basalte inférieur de cette même montagne n'était que l'affleurement d'un énorme dyke, courant entre deux strates tertiaires et de même âge que la plupart des basaltes du pays. Nous ajouterons encore ici que l'auteur se fonde : 1° sur l'égale altération des calcaires marneux au contact du basalte, au-dessus comme au-dessous de son affleurement; 2° sur le filon basaltique (basalte et tuf) qui, partant de la masse inférieure, traverse les calcaires qui semblent lui être superposés, les altère, les injecte dans son voisinage pour venir se terminer au sommet vers la nappe supérieure; 3° sur la relation intime du basalte et des conglomérats qui l'accompagnent toujours; 4° sur la présence de la silice qui a pénétré dans les prétendus travertins sous forme de filons de quartz pyromaque, et qui a silicifié ainsi la roche calcaréo-marneuse, phénomène fréquent dans le pays; 5° enfin, sur ce que l'horizontalité du basalte inférieur ne serait qu'une apparence de stratification trompeuse, comme les côtes de Chanturgues, celles de Gandaillat, la Tour de Boulade, etc., en offrent des exemples.

Le basalte injecté entre les couches de pépérino du puy de Montaudou suit les joints de stratification et forme des filons-couches qui alternent avec la roche sédimentaire. Ces filons, de 0m,03 à 0m,06 d'épaisseur sur 0m,30 à 0m,60 de long, terminés en coin à leurs extrémités, sont complétement isolés ou bien soudés entre eux. Le basalte compacte des amandes aplaties offre quelques cellules allongées dans le sens de la stratification. M. Viquesnel (1) pense, avec MM. Rozet et Fournet, qu'en vertu d'une incompressibilité commune à toutes les pâtes, les roches d'injection ont pu quelquefois distendre les couches encore flexibles, pénétrer entre leurs feuillets et arriver au point où on les observe, par suite d'une impulsion énergique, tandis que les effets de plasticité ou d'élasticité de la roche encaissante, venant à refermer la voie qu'elles ont parcourue, interceptent de nouveau toute communication avec le noyau d'où elles proviennent.

Près de Neschers, M. Lyell (2) a remarqué un courant de laves sorti récemment du puy de Tartaret, qui avait recouvert le dépôt d'argile sableuse rouge du fond de la vallée, et dans lequel un si grand nombre d'ossements ont été recueillis. Une coupe de la vallée de la

(1) *Bull.*, 2e sér. vol. II, p. 541, 1846.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 75.

Couze à la Tour de Boulade, et passant par la montagne de Perrier et Issoire, met en évidence les relations variées des roches ignées, des tufs et des brèches volcaniques avec les marnes, les argiles, les conglomérats et les alluvions ossifères de ce pays, relations qui ont été déjà mentionnées (*antè*, vol. II, pag. 664).

Département du Cantal.

Dans sa *Description historique et scientifique de la Haute-Auvergne* (1), M. J.-B. Bouillet a signalé, à partir de Massiac, les faits historiques et géologiques au fur et à mesure qu'ils se présentaient, en suivant l'itinéraire qu'il s'était tracé; mais il nous serait impossible de reproduire, même sommairement, les détails de ces excursions, et nous devons nous borner à recommander l'utilité de cet ouvrage aux personnes qui voudraient parcourir avec fruit cette région intéressante.

La montagne du Lioran, qui, vers le centre du massif, entre le puy de Griou et le Plomb du Cantal, termine la vallée de la Cère, a été récemment percée par une galerie de près de 1400 mètres de long sur 7 de haut et autant de large, et située à 260 mètres au-dessous du sommet. Ce grand travail, dirigé par M. Ruelle (2), lui a permis d'étudier avec soin les caractères variés et la disposition des produits ignés qui constituent cette masse trachytique. Sans entrer ici dans l'examen des faits particuliers que cette circonstance bien rare l'a mis à même d'observer, nous ferons remarquer avec l'auteur « les rapports de composition existant entre les roches qui » forment le Lioran et celles que présente le groupe des roches » trachytiques en général; le mélange, sans aucun indice de stratification, de nombreuses variétés de conglomérats; la fréquente » analogie de texture entre les dykes de trachyte ou de phonolite et » les fragments enveloppés de ces mêmes roches; la tendance des » filons à s'élever dans un plan vertical, leur nombre, leur direction » presque constante et leur passage aux trachytes en masse, comme » celui des trachytes aux conglomérats; l'altération se manifestant » au même degré sur la plupart de ces roches; et enfin l'union intime des filons d'obsidienne avec les conglomérats comme avec » les dykes de trachyte. »

(1) In-8, avec un vol. de planches. Paris, 1834. — On trouve aussi de nombreux renseignements sur ce pays, dans la *Statistique minérale du département du Cantal*, due aux longues recherches de M. Baudin (*Ann. scient. et littér. de l'Auvergne*, vol. XVI, p. 62).

(2) *Description géognostique du souterrain de la montagne du Lioran* (*Bull.*, vol. XIV, p. 106, 1842).

Passant ensuite à la partie théorique de son mémoire, M. Ruelle combat l'opinion qui considère l'ensemble du relief actuel du Cantal comme un cratère de soulèvement, et s'attache à démontrer en outre que la disposition des assises de conglomérats et de trachytes offre tant d'irrégularités, des alternances et des interruptions si fréquentes et une composition tellement variée, qu'il est difficile de les attribuer à un seul et immense cratère. « Il est donc pro-
» bable, dit-il, que les laves et les déjections de toute nature se sont
» épanchées par d'énormes crevasses dont les dykes semblent indi-
» quer la place et la direction, au moins dans la zone supérieure, où
» l'action volcanique a dû être plus puissante, sinon plus développée.
» Ces couches de laves pâteuses, fluides ou incohérentes, sortant à
» différentes hauteurs avec des forces inégales, ont formé des cou-
» ches diversement inclinées, et laissé entre elles, en s'amoncelant,
» bien des dépressions auxquelles les vallées actuelles doivent en
» partie leur origine. » Non seulement l'auteur ne croit pas que les vallées qui sillonnent plus ou moins profondément le massif montagneux soient des vallées de déchirement ou d'écartement, mais encore il repousse l'opinion qui les attribue à des torrents diluviens. Elles ne sont pour lui que le résultat des agents atmosphériques ordinaires qui s'exercent depuis un temps très long sur les inégalités primitives du cône volcanique du Cantal.

M. C. Prévost (1) partage l'opinion de M. Ruelle en tant que celui-ci considère ce massif comme un cône d'éruption, et le phonolite du puy de Griou, regardé comme la cause efficiente du soulèvement des basaltes, leur serait cependant antérieur, puisqu'on en trouve des galets dans les basaltes même des environs de Thiézac. Le puy de Griou ne représenterait qu'une partie d'un ancien culot resté dans la cheminée principale du volcan trachytique.

Pour M. Dufrénoy (2), au contraire, le soulèvement central est certain, quand même la cause resterait encore douteuse ; mais, de même qu'il y a aux environs de Clermont des basaltes de deux âges différents, de même on peut supposer qu'il y a eu aussi deux épanchements de phonolite, et dans ce cas celui du puy de Griou appartiendrait au second phénomène. En outre, le savant directeur de l'École des mines trouve dans les observations de M. Ruelle plusieurs arguments à l'appui de sa manière de voir ; ainsi, les vides

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 125, 1842.
(2) *Ibid.*

considérables signalés dans la masse sont le résultat immédiat du soulèvement, et le groupe du Cantal se compose de nappes trachytiques ou de conglomérats superposés. Enfin, il existerait dans ce massif quatre assises distinctes, régulières et continues, assez puissantes, et dont une seule aurait été traversée par le tunnel (1).

Département de la Haute-Loire.

M. Pissis a donné une *Notice sur les basaltes de la Roche et sur les phénomènes qui ont accompagné leur apparition* (2), et M. F. Grellet une *Esquisse géognostique du canton d'Allègre* (3), où il a fait voir que les roches volcaniques qui occupent un cinquième de ce canton offrent deux assises de basalte différentes. La première, ou la plus ancienne, n'a recouvert que quelques sommités de gneiss, et la seconde, plus récente, est remarquable par les cratères qu'elle a formés, tels que ceux de Bourg, de Brozy et de Brard. Dans le ravin de Tarreyres, à deux lieues du Puy, il y a, suivant M. Moigno (4), des tufs volcaniques affectant des formes prismatiques.

La butte de Corneille, qui domine la ville du Puy, comme celles de Denise, de Polignac, de Ceyssac et d'Espaly, a une composition assez uniforme, et paraît due à une accumulation continue de produits ignés, tandis que la butte de Saint-Michel, indépendante de celle de Corneille, quoique très voisine, serait, d'après M. Bertrand de Lom (5), le résultat de trois actions distinctes. La première a produit une brèche incohérente, visible surtout au sud-est et à l'est, et désignée par l'auteur sous le nom de *roche granito-volcanique;* la seconde a donné lieu à une brèche assez solide, semblable à celle de la butte de Corneille. Nulle part on n'aperçoit les orifices par lesquels ces deux roches ont dû se faire jour, tandis qu'on peut reconnaître les cheminées qui ont donné passage au troi-

(1) On a vu (*anté*, vol. II, p. 670) que de son côté M. V. Raulin, en étudiant comparativement les altitudes des lambeaux tertiaires qui se trouvent sur les flancs du Cantal et celles des roches primaires du même massif, en avait déduit des conséquences peu favorables à l'application de la théorie des cratères de soulèvements.

(2) In-8, avec 1 pl. Le Puy, 1835.

(3) *Ann. de la Soc. d'agriculture du Puy*, 1837-38. — Imprimé à part, in-8, avec carte. Le Puy, 1839.

(4) *L'Echo*, 22 sept. 1842.

(5) *Considérations minéralogiques et géologiques sur les buttes volcaniques de Saint-Michel*, etc. (*L'Echo*, 30 juillet 1843, 11 janv. et 17 mars 1844). — Voyez aussi G. Théobald (*Die Vulcane des Vivarais*, les volcans du Vivarais (*neu. Jahrb.*, 1847, p. 257, 2 pl.).

sième ou dernier produit. Celui-ci constitue une lave basaltique noirâtre, compacte, ou légèrement poreuse par places ; elle forme trois filons qui s'élèvent en divers sens sur les flancs de cette espèce d'obélisque naturel, et se prolongent jusque vers son sommet. L'état actuel de ces diverses buttes isolées permet de penser qu'elles ont été formées au milieu de dépôts sédimentaires dénudés ensuite, car on comprendrait difficilement qu'elles aient pu s'élever ainsi à l'air libre.

Le corindon, déjà trouvé isolé dans les roches volcaniques des environs d'Espaly et de Croustet ou Riou Pezouillou, près le Puy, se rencontre également, soit isolé, soit en nombreux cristaux réunis, aux buttes de Saint-Michel et de Corneille, dans sa gangue originaire, c'est-à-dire dans des roches de cristallisation. Le grenat se montre dans les mêmes circonstances. Outre le corindon bleu cristallisé et amorphe, il existe aussi dans ces buttes du grenat trapézoïde, du quartz fritté, du fer titané, une nouvelle espèce de zéolite, du disthène, du fer phosphaté vert ou bleu, des traces de chaux carbonatée, de l'arragonite fibreuse, etc. Le zircon, le rubis spinel noir, le sphène, ont été recueillis dans les produits basaltiques ou volcaniques des communes de Ceyssac et d'Espaly, mais ils paraissent provenir du sous-sol granitique. Enfin, dans la brèche de Corneille on remarque une grande quantité de fragments de phonolite verdâtre, roche qui ne se trouve en place qu'à une distance de deux lieues.

Travaux généraux. Mémoire de M. Rozet.

« De nombreux ouvrages, accompagnés d'atlas, ont été publiés » sur l'Auvergne, dit M. Rozet (1), et les moindres détails des vol- » cans de ce pays ont été *illustrés ;* mais, malgré les discussions » savantes et animées auxquelles les recherches ont donné lieu, la » question des phénomènes volcaniques du centre de la France est » encore loin d'être résolue ; les grandes lois dont ces phénomènes » dépendent sont loin d'être parfaitement établies ; il manque un » travail d'ensemble sur cette contrée. C'est ce travail que je vais » ébaucher, laissant encore aux observateurs qui me succèderont » une belle tâche à remplir. »

(1) *Mémoire sur les volcans d'Auvergne* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 51, 1844, avec carte et coupes. — *Bull.*, vol XIII, p. 218, 1842. — *Ibid.*, vol. XIV, p. 167, 1843. — *Compt. rend.*, vol. XVI, p. 658, 1843. — *Rapport de M. Dufrénoy*, *ib.* vol. XVIII, p. 130, 1844).

Depuis la fin de la période houillère jusqu'aux premiers dépôts tertiaires que nous avons décrits (*antè*, vol. II, p. 654), le sol du plateau central est demeuré au-dessus des eaux, et toutes les éruptions volcaniques qui s'y sont produites sont postérieures à ceux de ces dépôts qui ont été rapportés à la formation tertiaire moyenne. Ces éruptions ont eu lieu à *trois époques distinctes*, mais liées entre elles; ce sont les *époques trachytique*, *basaltique* et *lavique* qui se sont immédiatement succédé et dont les produits se sont mélangés.

Après avoir examiné, dans la première partie exclusivement descriptive de son travail, les granites, les gneiss, les dépôts houillers, tertiaires, quaternaires ou diluviens et modernes, et surtout les roches ignées qui les ont traversés, l'auteur résume, dans la seconde, la seule dont nous puissions nous occuper, les considérations générales auxquelles ses études l'ont conduit, et nous reproduirons ceux de ces résultats qui nous ont paru les plus importants relativement au sujet qui nous occupe.

« Les trachytes, dit-il (p. 122), roches volcaniques les plus an- » ciennes qui constituent les massifs du Cantal, du Mont-Dore, du » Puy-de-Dôme (1) et de plusieurs montagnes placées autour, qui » forment la base du Cézallier et se montrent, en outre, sur plusieurs » points disposés sensiblement sur une ligne passant par cette mon- » tagne et dirigée N. 25° E., ont fait éruption suivant deux » grandes fentes pareillement dirigées qui se trouvent être sensi- » blement parallèles à la direction des Alpes françaises. Les tra- » chytes ont percé le granite, le gneiss, le terrain tertiaire, et ont » même recouvert le plus ancien des trois dépôts diluviens (*antè*, » vol. II, p. 192); leurs lignes d'éruption ont croisé celle N., S. » de la chaîne occidentale, à la hauteur du Cézallier et du Puy- » de-Dôme. Les trachytes ont coulé par grandes nappes qui conver- » gent souvent vers des sommités où se trouvent des scories et autres » marques d'anciennes bouches d'éruption, qui devaient différer » essentiellement des cratères d'où sont sorties les laves modernes; » quelques basaltes, intimement liés aux trachytes, paraissent être » sortis immédiatement après eux.

(1) Les domites ne sont pour M. Rozet que des trachytes altérés. Ils constituent le puy de Dôme, le petit Suchet, Clierzou, le grand Sarcouy et le puy de Chopine qui sont des cônes et des dômes isolés autour desquels se trouvent réunis plusieurs volcans à cratères (p. 70).

» Quant à la grande masse des éruptions basaltiques, elle a suivi » assez exactement les deux rameaux qui traversent la Limagne et » réunissent les deux chaînes du Forez et de l'Auvergne, dont l'un » se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne principale » des Alpes et dont l'autre lui est parallèle. La direction générale suivie » par les éruptions de cette époque fait un angle de 70° avec » celle des éruptions trachytiques, mais la matière en fusion, profi- » tant des fentes déjà déterminées dans le sol par les dislocations des » époques de soulèvement du Mont-Viso, de la Corse et des Alpes » occidentales, s'est répandue au dehors suivant des directions obli- » ques et même perpendiculaires à celles-ci, sur une étendue en » longueur qui va jusqu'au quart de celle des grandes lignes. C'est » ainsi qu'entre le Cantal et le Mont-Dore, deux points où les lignes » de dislocation de la Corse, des Alpes françaises et des Alpes prin- » cipales viennent se croiser, les nappes basaltiques, couvrant pres- » que toute la surface du sol, sont assez uniformément répandues, » tandis qu'à l'est et à l'ouest les deux bandes sont séparées par un es- » pace de 18 kilomètres de large dans lequel on ne rencontre au- » cune trace de basalte.

» A 3 myriamètres au sud de Saint-Flour il existe une troi- » sième bande d'éruptions basaltiques parallèle aux deux autres, et » dont nous n'avons observé que l'extrémité orientale. Les basaltes » ont percé le gneiss, le granite, le terrain houiller, le terrain ter- » tiaire et les plus anciens dépôts diluviens; on les voit même sou- » vent recouvrir des masses de cailloux roulés basaltiques; ils sont » sortis par une infinité d'ouvertures dont plusieurs sont encore » parfaitement reconnaissables. Beaucoup présentent des cônes de » scories plus ou moins considérables, mais sur aucune on ne voit » de cratère semblable à ceux qui ont vomi les coulées de lave. Les » nappes basaltiques ne sont compactes que lorsque l'inclinaison » sous laquelle elles ont coulé ne dépasse pas 2°; au-dessus elles » sont toujours scoriacées, et sous un angle de 6° elles ont roulé » comme les laves. Ainsi donc, lorsqu'on trouve des nappes ou » portions de nappes compactes sous une inclinaison de 8° à 12°, » on peut être certain qu'elles ont été dérangées après leur consoli- » dation.

» Tous les cratères modernes, ceux d'où sont sortis des coulées » de lave, semblables à celles de l'Etna et du Vésuve, se trouvent » placés sur le faîte du grand bombement de la chaîne du Puy-de- » Dôme, suivant deux lignes éloignées de 6 kilomètres l'une de

» l'autre, dans une direction N., S. parallèle à celle du soulèvement » de la Corse et qui fait avec celle des éruptions basaltiques un » angle de 85°. La plus grande partie des cratères est conte- » nue dans un cirque elliptique très allongé dans le sens du N. au S., » formé par des escarpements granitiques dont la hauteur dépasse » 40 mètres. C'est par les fractures qui interrompent la continuité » du contour elliptique que les coulées de lave ont passé pour se » répandre au loin. Dans le voisinage du Puy-de-Dôme, les cratères » d'éruptions sont groupés autour des cônes de domite, et plusieurs » se trouvent même posés sur un socle de cette roche. Sur un grand » nombre de points, les volcans modernes se sont fait jour à travers » les basaltes qui se trouvent actuellement couverts en partie de » leurs déjections. La grande hétérogénéité des coulées de laves, les » contournements bizarres que leur intérieur présente et les aspé- » rités de leur surface les distinguent complètement des nappes » basaltiques avec lesquelles elles ont cependant de grands rapports » pour la composition minéralogique. Dans la région des cratères » d'éruption se trouvent des ouvertures infundibuliformes, généra- » lement occupées par des lacs, ayant lancé des scories, mais jamais » de laves, qui paraissent être le résultat de la sortie d'une grande » masse de gaz accumulée sur les points qu'elles occupent aujourd'hui.

» Depuis la sortie des laves, le sol de l'Auvergne n'a pas » éprouvé de grandes commotions; mais la quantité des sources » minérales et thermales, les nombreux dégagements de gaz et de » bitume que présente cette contrée, annoncent que l'action vol- » canique n'est pas encore anéantie.

» Les trois sortes d'éruptions volcaniques de l'Auvergne, trachy- » tiques, basaltiques et laviques ont certainement duré chacune » pendant un grand laps de temps avec des paroxismes extrêmement » variés; mais il n'y a point eu de solution de continuité entre » elles, puisque leurs produits sont intimement liés. Les trachytes » passent insensiblement aux basaltes, contiennent souvent les mêmes » minéraux, et il y a peu de différence entre la nature minéralogi- » que des basaltes et celle des laves. Quand le basalte a coulé sous » une forte inclinaison, c'est une véritable lave, et quand la lave est » venue remplir une cavité, comme à Royat, elle a pris tous les ca- » ractères du basalte. Ce fait prouve que tous les produits volca- » niques de l'Auvergne tirent leur origine d'une même masse, dont » les éléments n'étaient pas exactement combinés de la même ma- » nière à chaque grande époque d'éruptions. »

En recherchant ensuite dans les conditions physiques du globe les effets dynamiques exercés sur la croûte solide par la masse fluide, effets qui consistent principalement dans des rides successives perpendiculaires les unes aux autres, M. Rozet fait voir « qu'en Au-
» vergne un ébranlement quelconque de la matière intérieure ayant
» déterminé les éruptions trachytiques, la sortie des basaltes serait
» l'effet de la réaction de ce mouvement et celle des laves celui de
» la réaction du mouvement basaltique ; l'intensité de la force
» s'est ensuite trouvée tellement diminuée qu'elle n'a plus été ca-
» pable que de lancer des matières gazeuses par les fissures exis-
» tantes, sans pouvoir en déterminer d'autres. Si les choses se sont
» effectivement passées ainsi, on comprend comment les produits
» de deux époques d'éruptions consécutives se sont immédiatement
» succédé et se trouvent intimement liés sans être cependant iden-
» tiques. »

M. Rozet s'appuie aussi sur quelques idées théoriques développées par M. le colonel Le Blanc (1) et d'après lesquelles la réaction d'un plissement de l'écorce terrestre, suivant un grand cercle, entraînerait un plissement analogue suivant un autre grand cercle perpendiculaire au premier. Mais ce second soulèvement doit avoir suivi immédiatement le précédent, car on ne conçoit pas d'interruption ou de suspension entre la manifestation de deux forces dont l'une serait la conséquence de l'autre. Cet effet secondaire n'a pas dû attendre la fin du dépôt de tous les sédiments qui se sont formés entre deux soulèvements consécutifs, dépôt qui a quelquefois exigé un laps de temps énorme. Or, dans l'application de cette théorie aux diverses roches ignées, l'objection reste à peu près la même, et il y a évidemment une question de temps dont on ne tient pas compte. On ne comprend pas davantage pourquoi les produits ignés présenteraient des différences minéralogiques et chimiques en rapport avec des effets mécaniques qui en sont tout à fait indépendants, et pourquoi, enfin, si ces éruptions n'étaient que les conséquences dynamiques les unes des autres, les produits amenés de l'intérieur ne seraient pas semblables.

Mais revenons au mémoire de M. Rozet qui a observé, dans les massifs du Cantal et du Mont-Dore, de grandes fentes marquées par les vallées exactement placées suivant les directions des principales lignes d'éruptions volcaniques qui viennent se croiser dans ces

---

(1) *Bull.*, vol. XII, p. 140, 1847.

massifs. Les fentes de l'époque trachytique seraient les moins apparentes aujourd'hui, ayant été modifiées par celles des deux époques suivantes. Les fentes basaltiques seraient les plus étendues et les mieux indiquées ; celles de l'époque des laves le seraient également bien, et l'auteur ajoute que lorsque ces fentes, toujours presque droites en traversant les grandes nappes trachytiques ou basaltiques, pénètrent dans le granite et le gneiss, elles deviennent flexueuses et finissent par se confondre avec d'autres plus anciennes, effets qui résultent sans doute de la différence de résistance des roches fracturées par les forces souterraines. Ainsi les massifs du Cantal et du Mont-Dore, les plus élevés du pays, occupent les parties où viennent se croiser presque toutes les lignes de dislocation qui ont influé sur son relief.

Il est assez probable que la fissure sur laquelle sont placés les cratères de l'Auvergne s'est ouverte lors du soulèvement que nous verrons désigné sous le nom de *système du Ténare* et auquel se rapportent des accidents dirigés N. 5° O. à S. 5° E. que M. de Collegno a signalés en Toscane, ainsi qu'une ligne qui joindrait l'Etna et le Vésuve. Mais les volcans modernes de l'Auvergne étant exactement alignés N., S. et placés sur le sommet du grand bombement occidental produit lors du système des chaînes de Corse et de Sardaigne, avant le commencement de la formation tertiaire moyenne, l'auteur admettrait plutôt que l'ondulation de la croûte terrestre qui a ouvert la fente sur laquelle se trouvent établis l'Etna, Stromboli et le Vésuve, s'étant propagée jusqu'en Auvergne, où le sol, déjà fortement disloqué dans une direction N., S., offrait moins de résistance, y aura déterminé de nouvelles fentes dirigées de la même manière.

Dans le voisinage du Puy-de-Dôme où viennent se croiser les lignes de dislocation du système de la Corse, des Alpes occidentales et des Alpes orientales, la fente est devenue une véritable boutonnière qui a été remplie de volcans, tandis que dans les autres directions, où le sol avait été beaucoup moins disloqué, ceux-ci n'ont pu s'établir que sur des fentes étroites. Ces divers résultats, obtenus par des observations exclusivement géologiques, se trouvent confirmés par ceux que M. Rozet a déduits des considérations physiques et géodésiques, qu'il a développées dans son *Mémoire sur quelques-unes des irrégularités que présente la structure du globe terrestre*, travail dont nous avons essayé précédemment de faire comprendre toute l'importance (*antè*, vol. I, p. 57).

M. Pissis (1), admettant en principe les trois grandes divisions de produits volcaniques dont nous venons de parler, fait remarquer d'abord que, si les roches trachytiques se séparent nettement des deux autres, la distinction entre ces dernières devient beaucoup plus difficile, car la ressource des caractères minéralogiques manque souvent, et il faut recourir à ceux de l'ancienneté relative, dont les preuves directes se rencontrent rarement pour ces roches. Néanmoins il croit avoir trouvé un fait propre à établir cette séparation avec un certain degré de certitude, c'est une couche de cailloux roulés, presque entièrement formée de cailloux basaltiques et placée sous des coulées de lave. Cette couche ne doit pas être d'ailleurs confondue avec d'autres lits de cailloux quartzeux qui appartiennent à la fin de l'époque tertiaire (2). Les galets basaltiques constituent pour l'auteur, dans toute la vallée de l'Allier, un horizon nettement déterminé qui lui sert à séparer les produits volcaniques des deux dernières périodes, les produits de la première, qui a précédé les galets, étant les basaltes, et ceux de la seconde, qui les a suivis, étant les laves modernes. Mémoire de M. Pissis.

Ce dépôt de cailloux roulés est postérieur aux ravinements et aux dénudations des sédiments lacustres, et toutes les coulées qui recouvrent les plateaux tertiaires encore en place, sans s'étendre sur leurs flancs, appartiennent à l'éruption basaltique, tandis que celles qui surmontent la couche de galets doivent être rapportées aux volcans modernes. Ce qui établit en outre la véritable séparation entre les produits des deux périodes, c'est que les coulées de basalte se rattachent à des dykes ou à des cônes de basalte n'offrant jamais les scories entassées caractéristiques des volcans modernes, tandis que les autres se relient toujours à des cratères plus ou moins bien conservés, ou à des cônes de scories d'où elles sont sorties, soit par le cratère, soit à travers des fentes produites à la base ou sur les flancs de ces cônes. Les caractères des cônes de scories appartiendraient donc exclusivement aux produits volcaniques de la dernière période.

On voit tout de suite que M. Pissis comprend parmi les volcans modernes un très grand nombre de produits ignés de l'Auvergne et du

(1) *Notice sur l'âge relatif et la position des terrains volcaniques du centre de la France* (*Bull.*, vol. XIV, p. 240, 1843).

(2) Cette couche de galets quartzeux représente le plus ancien des trois dépôts diluviens indiqués par M. Rozet (*anté*, vol. II, p. 192).

Velay, que la plupart des géologues qui l'ont précédé avaient rangés avec les vrais basaltes. Cette manière d'envisager la question, sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure, ne doit pas être perdue de vue dans ce qui suit.

Par l'application de procédés géométriques, l'auteur a cherché à représenter la position géographique relative de tous les centres d'éruptions volcaniques considérés alors comme des points, indépendamment de toute appréciation géologique. Au moyen d'un tableau où se trouvent réunies les coordonnées de 202 cônes de scories, rapportées à un parallèle et à un méridien passant par le *suc* de Bauzon, situé au nord-ouest de Montpezat, et dont il compare ensuite tous les éléments, il démontre que les cônes de scories forment deux groupes principaux, dont la plus grande longueur est du S. au N., que le grand axe du premier se dirige N. 19° O., et celui du second de 8° vers l'E.; enfin, que tous les points qui en font partie se trouvent également distribués à l'est et à l'ouest d'une ligne faisant avec le méridien un angle de 36° à l'O.

En procédant de même pour les points de sortie des basaltes (cônes ou dykes) antérieurs au creusement des vallées de l'Allier et de ses affluents, et par conséquent à la couche de galets basaltiques qui en occupe le fond, M. Pissis ne comprend que ceux du bassin de la Limagne, situés entre les prolongements des deux chaînes du Forez et de la Margeride, car il ne possédait pas de données assez précises pour ceux du Cantal et du Velay. La position de 61 de ces points est rapportée à un méridien passant par le pic de Saint-Didier, le plus oriental d'entre eux, et à un parallèle passant par le mont Gibron, près Paulhaguet. La comparaison des résultats obtenus pour cette période avec ceux de la période qui l'a suivie fait voir que tous les points volcaniques du centre de la France, appartenant à l'ère basaltique ou aux volcans modernes, ont leur centre de position compris dans une zone dont la direction moyenne est N. 35° O., direction qui rencontre les lignes de faîte de la Margeride et du Forez, précisément dans les lieux où existent les deux groupes de volcans modernes, de telle sorte que ces derniers occupent une position symétrique, l'un à l'extrémité nord, l'autre à l'extrémité sud de ces chaînes.

Le temps qui a séparé les deux périodes volcaniques a dû être fort long, si l'on en juge par les effets produits, tels que le ravinement, jusqu'à la base, de toutes les couches qui composent les dépôts lacustres et l'excavation du sol, jusqu'à une profondeur de 400 à

500 mètres, phénomènes qui n'ont laissé d'une plaine horizontale et continue de 5 à 6 lieues de large que de rares lambeaux, dont l'étendue n'atteint jamais une demi-lieue.

Toutes les bouches volcaniques modernes, au nombre de plus de 200, sont distribuées sur une surface de 150 myriamètres carrés, limitée à l'E. et à l'O. par les chaînes de la Margeride et du Forez, et s'étendant, du N. au S., sur une longueur de 16 kilomètres et demi, depuis le *suc* de Bauzon (Ardèche) jusqu'au *gour* de Tazana (Puy-de-Dôme). Ces bouches sont agglomérées sur certains points, de manière à former deux groupes placés, l'un à l'extrémité sud-est, l'autre à l'extrémité nord-ouest, sur le prolongement des deux chaînes précédentes là où elles s'abaissent. Dans l'intervalle des deux groupes, quelques bouches établissent la communication entre les deux centres d'éruption.

Le centre de position de chaque groupe volcanique et celui de toutes les bouches se trouvent sensiblement sur une même ligne, à très peu près S.-E., N.-O., et tous les cônes ou dykes basaltiques de la Limagne et des chaînes qui la dominent à l'E. et à l'O. sont disposés sur une surface elliptique dont le grand axe est aussi dirigé S.-E., N.-O. Ils forment trois zones parallèles à cet axe, et leur centre de position correspond au puy de Barneyre. Enfin, M. Pissis termine son travail en faisant voir que la position remarquable des deux groupes de volcans modernes et celle des bouches volcaniques intermédiaires ne sont que la conséquence immédiate de deux systèmes de failles, courant, l'un du S.-E. au N.-E., l'autre du S. au N.

M. Rozet (1) a objecté à ce qui précède que la distinction des volcans anciens et modernes, en considérant comme modernes tous les cônes de scories basaltiques, était complétement inadmissible, que ces cônes de scories sont traversés par des filons de basalte, ce qui n'a lieu dans aucun des cônes des volcans modernes, où il n'y a même pas de filons de lave, et que, quant à la méthode mathématique, elle n'est nullement en rapport avec la nature.

Nous ajouterons que toute l'argumentation de l'auteur porte sur ce qu'il place parmi les volcans éteints ou modernes près de 104 cônes de scories, dont le plus grand nombre sont regardés par les géologues comme de vrais basaltes. Il semble donc qu'il eût fallu démontrer d'abord, par un examen détaillé et une discussion

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 260. 1843.

préalable, que tous ces cônes, supposés de basalte, n'étaient en réalité que les produits d'éruptions modernes, comme ceux de la chaîne des Monts-Dômes, par exemple. De plus, en négligeant de comprendre dans ses calculs et ses appréciations les groupes du Mont-Dore, du Cantal, du Vivarais et du Velay pour les basaltes, il a singulièrement affaibli l'importance de ses déductions, et une pareille lacune ôte beaucoup de valeur aux résultats; car il est évident qu'en introduisant ces divers éléments, les conclusions relatives à la répartition des centres de position des groupes en général et de ceux des séries de volcans modernes ou des pics basaltiques devaient changer aussi bien que l'axe de tout le système. Aussi les conséquences déduites des calculs de M. Pissis sont-elles tout à fait différentes de celles que M. Rozet avait exposées en partant d'un point de vue beaucoup moins abstrait, et plus rapproché, suivant nous, de la réalité.

D'un autre côté, cet horizon du lit de cailloux roulés adopté par l'auteur a-t-il bien toute l'importance qu'il lui attribue? Il ne semble pas l'avoir observé au delà du bassin de la Limagne, et est-ce assez pour justifier même le titre seul de sa notice, qui traite *De l'âge relatif et de la position des terrains volcaniques du centre de la France?* Ces résultats, présentés comme absolus et appliqués à tous les phénomènes volcaniques de cette surface, ne sont en réalité déduits que de la considération d'une petite portion où ces phénomènes ont eu lieu, et ne peuvent prétendre au caractère de généralité que M. Pissis paraît disposé à leur attribuer.

§ 3. France méridionale.

Département du Var.

Les roches ignées, qui dans le département du Var sont plus récentes que les formations secondaires, n'occupent que des surfaces peu considérables; ce ne sont en quelque sorte que des points isolés, que des recherches très minutieuses pouvaient seules faire connaître; il fallait en outre une étude assez attentive pour les séparer les unes des autres et pour fixer l'époque de leur apparition, au milieu de terrains comparativement fort anciens et dans un pays où manquent plusieurs termes de la série géologique. Nous distinguerons avec M. Coquand, parmi ces roches, et suivant leur ancienneté: 1° *les porphyres bleus quartzifères*, 2° *les trachytes*, 3° *les basaltes*.

Porphyres bleus.

Les porphyres bleus de l'Esterel, quoique connus et exploités par les Romains, avaient été complétement oubliés depuis, lorsqu'en

1832 M. Ch. Texier, qui s'occupait des antiquités de Fréjus, découvrit les anciennes carrières abandonnées des Caux, à un myriamètre au sud-est de cette ville (1). Plus tard et à diverses reprises, M. Coquand (2) décrivit cette roche dont les caractères remarquables frappèrent M. Élie de Beaumont (3) et le portèrent à la séparer du mélaphyre pour la rapprocher des trachytes.

Le porphyre bleu, dit M. Coquand, est composé d'une pâte feldspathique (4) d'un bleu pâle, renfermant une grande quantité d'albite blanc, des noyaux de quartz, et accidentellement des cristaux d'amphibole et des grains de fer oxydulé, substances auxquelles M. Élie de Beaumont a trouvé associés des nids et de petits filons d'épidote. Cette roche court parallèlement au rivage, depuis la Garde-Vieille, jusqu'au-dessus de la rade d'Agay, en formant les montagnes arrondies du vallon d'Aigues-Bonnes, des Caux, de Ferrières et de Boulouris; de là, elle se continue dans l'intérieur des terres, affleurant au-dessous du grès bigarré et des mélaphyres, pour s'enfoncer sous les escarpements porphyriques de l'Esterel, après s'être montrée au jour sur une étendue de 14 à 15 kilomètres. Le porphyre bleu est plus récent que le mélaphyre, car à Boulouris il le traverse sous forme de filons ramifiés. A Ferrières, à la Garde-Vieille, il renferme des filons et des amas de fer oligiste et de fer oxydulé, analogues à ceux de l'île d'Elbe. Comme dans cette île, ces amas sont subordonnés à des roches feldspathiques, identiques avec le porphyre bleu (rade de l'Enfola au nord de Porto-Ferrajo). M. Coquand attribue à ce dernier la même origine, le regarde comme du

(1) M. Texier, ayant emporté à Rome des échantillons de cette roche si remarquable, constata, dans l'église de Saint-Pierre, son identité avec celle de la colonne de saint Grégoire, qui a 10m,30 de hauteur, avec celle d'une colonne du palais Quirinal, d'une colonne du Vatican, et avec d'autres encore qui avaient été prises jusque-là pour des porphyres d'Égypte. (*Rapport de MM. Alex. Brongniart et Héricart de Thury, à l'Académie des sciences*, 1833.)

(2) *Bull.*, vol. VII, p. 107. 1836. — *Ibid.*, 2e sér., vol. VI, p. 300. 1849.— *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. III, p. 369. 1850.

(3) *Explication de la carte géologique de la France*, vol. I, p. 477. 1841.

(4) M. Coquand, dans le *Résumé de sa description des terrains primaires et ignés du dép. du Var* (*Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 300, 1849), dit que M. Diday a constaté que cette pâte est en partie formée d'oligoclase et en partie d'albite, mais il n'a pas reproduit ce renseignement dans son mémoire.

même âge, et fait voir qu'il a été l'agent du soulèvement de l'Esterel et la cause des perturbations que l'on observe dans les roches de sa partie orientale.

Trachytes. Au sud, entre Antibes et N.-D. de la Garde, on observe, au milieu des dolomies néocomiennes (1), des conglomérats composés en grande partie de cailloux arrondis ou anguleux d'une roche noirâtre, enveloppés dans un tuf formé des mêmes éléments, mais réduits en parties fines et semblables aux cendres volcaniques. Des veines d'opale blanche (hyalite) traversent la masse ou se renflent çà et là sous forme de rognons. Au milieu de ces conglomérats se montrent aussi quelques filons d'un trachyte compacte, très homogène dans la cassure fraîche, et se divisant en écailles polyédriques nombreuses. Cette roche, remplie de cristaux de feldspath et de mica noir, n'est pas rude au toucher comme la plupart des trachytes, et sa pâte rappelle plutôt celle des phonolites. Quelques noyaux d'obsidienne noire, vitreuse, se fondent insensiblement dans la pâte.

Les blocs de trachyte enveloppés dans les tufs et les conglomérats offrent beaucoup plus de variétés que les dykes eux-mêmes. On en observe de toutes sortes, depuis les plus porphyroïdes, jusqu'à ceux qui sont grenus, mais on n'y rencontre aucun fragment de roches étrangères au trachyte, telles que le gneiss, les porphyres rouges, le grès bigarré, etc., qui constituent le sol environnant. Ici, comme en Auvergne, en Italie et sur tant d'autres points, ces conglomérats paraissent représenter les matériaux plus ou moins incohérents ou agglutinés, qui, provenant de matières pulvérulentes et de blocs arrachés aux portions déjà consolidées, recouvrent et masquent quelquefois les dômes trachytiques.

Au nord d'Antibes, ces mêmes conglomérats occupent des surfaces assez considérables dans les communes de Biot et de Villeneuve, et forment des coteaux élevés dont les flancs sont déchirés par la rivière du Loup et par les torrents qui descendent du bois de la Garde. Ces roches clastiques sont généralement d'un gris cendré, et les blocs de trachyte qui s'y trouvent d'un brun foncé. Nulle part on n'aperçoit les points par lesquels ces matériaux ont pu sortir du sol, et leur arrangement en strates grossièrement parallèles montre que les eaux sont intervenues dans la disposition qu'ils affectent aujourd'hui. Dans le vallon de la Charlotte, les conglomérats

(1) Coquand, *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 301. 1840. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér. vol. III, p. 379. 1850.

recouvrent transgressivement le calcaire néocomien, ainsi que les grès à Nummulites, et sont surmontés à leur tour, aux environs de Biot, par la mollasse marine. A la base de ces couches tertiaires, on voit les produits trachytiques remaniés et mêlés aux gompholites; aussi l'âge des trachytes dont on vient de parler se trouve-t-il fixé entre le dépôt des couches à Nummulites et le commencement de la formation tertiaire moyenne. L'existence de ces roches ignées, qui ont été indiquées sur la *Carte géologique de la France* par le signe et la teinte des mélaphyres et des diorites des Pyrénées (ophites Palass.), paraît se lier à celle des roches de même nature que nous trouverons tout à l'heure en Italie et dans les îles voisines.

On a constaté dans le département du Var sept gisements de roches basaltiques: ce sont ceux de Rougiers, de Tourves, d'Ollioules, du Revest, de Saint-Nazaire, de la Molle et de Cogolin. Les basaltes de Rougiers et de Saint Nazaire sont enclavés dans le trias; ceux d'Ollioules, de Tourves et du Revest dans le calcaire néocomien, et ceux de la Molle et de Cogolin dans les schistes cristallins. Les gisements de Tourves, d'Ollioules, de Saint-Nazaire, de Cogolin et du Revest ne constituent que de simples cônes de basalte noirâtre, plus ou moins altérés à la surface; ceux de Rougiers et de la Molle offrent plus d'intérêt (1). Basaltes.

Le volcan éteint de Rougiers, signalé par Pontier en 1786, est situé au milieu d'un bassin irrégulier, formé par le prolongement de la chaîne des montagnes de la Sainte-Baume. Il constitue un coteau isolé, connu sous le nom de Polinier. L'inclinaison des calcaires du muschelkalk, assez faible du côté de Rougiers, augmente brusquement dans le voisinage du basalte et atteint environ 80°. Par suite de ce redressement, le grès bigarré, masqué partout, vient affleurer au pied du cône, pour former avec le muschelkalk un escarpement presque vertical et un bourrelet circulaire suivant les contours de la roche ignée. Du haut de cette terrasse naturelle, le coteau de Polinier ressemble, dit M. Coquand, à un camp retranché, séparé du sol environnant par un fossé de circonvallation et par des palis-

(1) Coquand, *Bull.*, vol. VII, p. 107. 1836. — *Id.*, vol. XIII. p. 477. 1842. —*Ibid.*, 2e sér., vol. VI, p. 305. 1849. — *Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. III, p. 390. 1850. — Élie de Beaumont, *Explication de la carte géologique de la France*, vol. I, p. 496. 1841. — De Villeneuve, *Coupe de Toulon à Rougiers* (*Ann. des sc., etc., de Marseille*, vol. I, p. 225).

sades. Le basalte est une roche noirâtre ou rouge foncé, compacte, parsemée de nids de péridot vitreux. Sa masse arriva probablement au jour à l'état pâteux, pour former un dôme comme certains trachytes.

« La disposition circulaire du grès bigarré et du muschelkalk » indique, en outre, de la manière la plus frappante, que les causes » auxquelles la butte précédente doit son origine, et les environs » leur configuration actuelle, eurent à vaincre l'obstacle que leur » opposaient les couches sédimentaires, aujourd'hui disloquées et que » la violence du phénomène éruptif a redressées jusqu'à la verticale, » en laissant un vide vers les charnières de rupture. Elles ont » donné naissance, en un mot, à un cratère de soulèvement bien » caractérisé. »

Les environs de la Molle et de Cogolin offrent sept cônes principaux, séparés les uns des autres par les micaschites, mais se réunissant, sans doute, dans la profondeur pour ne constituer qu'une seule masse. L'un d'eux, le cône de la Bauduffle, présente à son sommet une dépression circulaire, cratériforme, surmontée, dans les trois quarts de sa circonférence, par un bourrelet simulant un parapet. Au nord, en face de la Magdeleine, ce bourrelet est interrompu par une échancrure, et l'on a un véritable cratère *égueulé*, dû aux courants de laves poreuses dont est composé le plateau que dominent, à ses deux extrémités, les cônes de la Bauduffle et de la Magdeleine.

Département des Bouches-du-Rhône.

Le volcan éteint de Beaulieu, situé à trois lieues au nord-ouest de la ville d'Aix, est entouré par les assises du groupe tertiaire du gypse (*antè*, vol. II, p. 728), que recouvre transgressivement la mollasse marine. De profonds ravins atteignent les argiles rouges et les poudingues inférieurs au gypse. Le massif volcanique, qui a 3 kilomètres dans sa plus grande longueur, se compose : 1° d'un basalte noirâtre, compacte, qui est la roche principale ; 2° d'une dolérite cristalline avec fer oligiste titané ; 3° de laves basaltiques scoriacées et boursouflées ; 4° de tufs et de brèches qui enveloppent les flancs du cône. Considérées dans leur ensemble, les roches basaltiques forment une nappe un peu inclinée à l'O. L'une de ses extrémités, dans la direction de Saint-Canadet, est coupée à pic et couronne les escarpements de calcaires lacustres, tandis que vers le château de Beaulieu les pentes sont faibles, et le basalte s'enfonce sous les coteaux tertiaires.

Il n'existe aucun cratère qui marque l'orifice par lequel les laves

se sont écoulées; seulement, vers le sommet du coteau, quelques buttes coniques semblent indiquer que le basalte est arrivé à l'état pâteux. Du côté du mont Clotilde, il supporte une brèche composée de fragments anguleux des diverses variétés de roches qui constituent le massif, et parmi lesquels on en observe qui proviennent des calcaires lacustres que le basalte a traversés. Les tufs et les conglomérats ont immédiatement suivi l'arrivée des roches ignées dans le lac, lorsque se déposaient les couches supérieures du groupe gypseux. Ils sont contemporains des calcaires marneux, auxquels ils passent d'une manière évidente, et sont recouverts par ceux qui terminent le groupe, sans cependant atteindre le sommet du massif basaltique qui formait un îlot dans le lac (1).

L'apparition de ces produits ignés est ainsi fort exactement déterminée, car la présence de la mollasse marine, en couches discordantes à la fois sur les calcaires lacustres et sur les tufs basaltiques, ne peut laisser d'incertitude. Si l'on admet, en outre, ce qui est très probable, qu'il y a une relation intime entre ces roches ignées et celles de même nature du département du Var, l'âge de ces dernières se trouvera déterminé par la même raison.

Départements de l'Hérault et de l'Aude.

M. Duchartre (2) a signalé le volcan éteint de Roque-Haut, près de Portiragues, entre Agde et Béziers. Il forme un cône bien conservé, et les coulées basaltiques occupent une grande surface aux environs. Beaucoup d'autres points où se trouvent des roches de même origine ont été marqués avec soin sur la *Carte géologique de la France*. Dans ses *Observations sur les gypses tertiaires et secondaires du midi de la France, et sur les relations de ces dernières avec les roches pyrogènes, les porphyres argileux et les dolomies jurassiques* (3), M. Marcel de Serres a décrit beaucoup de phénomènes intéressants, déjà connus pour la plupart aux environs de

---

(1) La coupe, pl. 16, fig. 8, du vol. XIII du *Bull.*, due à M. Matheron, nous paraît rendre beaucoup mieux cette disposition que celle donnée par M. Coquand (*Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 303 et reproduite dans son *Mémoire*, p. 384). D'après cette dernière, le basalte semble avoir soulevé la brèche volcanique, les tufs, les conglomérats basaltiques et même les calcaires lacustres qui recouvrent ces derniers, ce qui serait en contradiction avec le texte de M. Coquand, d'ailleurs parfaitement d'accord avec la rédaction de M. Matheron.

(2) *Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 155. 1844.

(3) *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, vol. VIII, p. 207. 1836.

Béziers et de Narbonne, et nous renverrons le lecteur à ce mémoire pour des détails qui ne pourraient trouver place ici.

Pyrénées occidentales.

Depuis les travaux de Palassou et de M. Dufrénoy, on s'est peu occupé des roches amphiboliques ou diorites (ophites Palass.) (1) qui ont surgi çà et là sur les deux versants des Pyrénées, à un moment qui coïnciderait avec le soulèvement des Alpes orientales, lequel marque la fin de l'époque tertiaire et la sépare de l'époque quaternaire. Les points où ces roches se sont fait jour ont été scrupuleusement indiqués sur la *Carte géologique de la France*, à laquelle nous renvoyons aussi pour que l'on puisse juger de leur répartition géographique. Nous avons eu occasion d'en dire quelques mots (2), et M. de Collegno (3) a particulièrement décrit les diorites des *pouys* d'Euse et d'Arzet près de Dax. Les roches qu'a mentionnées M. Gendre (4) dans la vallée d'Espel-Oura, près de Bidarray, sont probablement du même âge. Au lieu dit Tourchilenia, le grès rouge est traversé par un massif de roches de près de 1200 mètres de long, suivant l'axe de la vallée, et perpendiculaire à la direction de la chaîne. La roche principale serait une mimosite, d'après la détermination de M. Cordier, ou un agrégat à grains fins de pyroxène et de feldspath verdâtre. Presque partout altérée et décomposée à la surface, elle est tendre, violacée et rouge foncé, quelquefois celluleuse, passant à la wacke et à la spilite.

Les couches bitumineuses de Bastennes reposent sur un dio-

(1) On ne comprend pas pourquoi on n'a pas conservé au mot *ophite* sa véritable signification telle qu'elle avait été consacrée par Alex. Brongniart, avec cette sagacité et cette justesse qui caractérisent tous ses écrits. Quelques personnes ont préféré laisser cette dénomination aux roches fort mal caractérisées par Palassou, et qui sont, pour la plupart, comme le dit fort bien Brongniart, des diorites (grunstein ou diabase). Le mot *prasophyre* qu'a proposé Boblaye était aussi parfaitement inutile pour désigner l'*ophite antique*, véritable type de l'ophite tel que nous l'entendons. On doit à M. A. Delesse un excellent travail sur les variétés de cette roche qu'il a observées dans les Vosges et qu'il désigne sous le nom de *porphyre de Belfay* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 792, 1847). Par les motifs énoncés précédemment, nous rejettons le nom d'*ophiolite* pour reprendre celui de *serpentine*, et ainsi sera prévenue la confusion que croyait éviter Boblaye par l'introduction du mot *prasophyre*.

(2) D'Archiac, *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. II, p. 167. 1836.

(3) *Bull.*, vol. X, p. 309. 1839.

(4) *Compt. rend.*, vol. XIII, p. 83. 1841.

rite terreux entouré de calcaires compactes et de marnes bariolées. A 5 kilomètres au sud-est de ce point sortent, par trois orifices, de la butte de diorite sur laquelle est bâtie le château de Gaujac, trois sources chargées de bitume. Depuis l'embouchure du Luy jusqu'à la route de Mont-de-Marsan à Orthès, on trouve, courant parallèlement à la chaîne, une zone formée d'argile gypseuse blanche, grise, jaune, verte et surtout rouge, et sur plusieurs points de laquelle se montrent les diorites (1).

Pour M. Coquand, (2) le lherzolite ne peut être distingué des éruptions dioritiques et amphiboliques ; néanmoins il le regarde comme plus ancien que les diorites ou amphibolites dont nous venons de parler, et qui n'auraient jamais percé que des calcaires secondaires non modifiés. Les syénites, les lherzolites et les diorites représenteraient dans les Pyrénées trois termes distincts d'éruptions amphiboleuses, offrant dans leur succession la même analogie que présentent, dans d'autres pays, les porphyres, les trachytes et les basaltes.

(1) Lefèvre, *Ann. des mines*, 3e sér., vol. IX, p. 245. 1836.
(2) *Bull.*, vol. IX, p. 221. 1838.

CHAPITRE III.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

Les diorites dont nous venons de parler, si fréquents au pied du versant nord des Pyrénées françaises, ont aussi traversé les différentes formations qui s'étendent en Espagne, le long des deux versants de cette chaîne. Dans sa description des salines d'Adana, situées à l'ouest de Vittoria, et à peu près à égale distance de cette ville, de Bilbao et de Miranda, M. Dufrénoy (1) avait fait voir que le diorite et le gypse occupent le centre d'un cratère de soulèvement dont les bords sont formés par un calcaire compacte, noir, appartenant à la craie. Une seconde enceinte placée au-dessous de l'arête culminante, beaucoup plus large et moins régulière, appartient à des calcaires lacustres inclinés aussi. Biscaye.

Plus récemment, M. C. Collette (2) a fait connaître les différentes roches ignées qui ont percé à travers les dépôts sédimentaires de la Biscaye et parmi lesquels il distingue les trachytes, les diorites associés au gypse, et diverses roches pyroxéniques. Les trachytes constituent la montagne conique d'Axpe, qui s'élève du milieu des couches crétacées, à une lieue et demie au nord de Bilbao, et à l'est de Portugalette. La partie centrale du massif est formée de trachyte proprement dit, et ses flancs sont des conglomérats et des spilites. Le trachyte est gris clair, celluleux, semi-cristallin et âpre au toucher; d'autres variétés sont légères, très celluleuses, parfaitement blanches, ou bien prennent l'aspect d'une lave de teinte claire; quelquefois elles passent à l'état compacte avec un éclat un peu vitreux, ou bien au phonolite et au domite. Des roches spilitiques

(1) *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. II, p. 170. 1834.

(2) *Reconocimiento geologico*, etc. Reconnaissance géologique de la province de Biscaye, p. 138, in-8, avec carte. Bilbao, 1848. Voyez aussi : le comte de Villafranca, *Observations géol. sur le pays basque espagnol* (*N. Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XVII, p. 353. 1843).

avec des nodules de chaux carbonatée et d'autres qui ressemblent à des wackes entourent ce noyau trachytique, le seul que nous ayons vu constaté sur tout ce versant nord des Pyrénées.

Les diorites qui accompagnent le gypse se voient sur la côte, près de Baquis. A l'est de l'Église, un calcaire caverneux, gris foncé, renferme des paillettes de fer oligiste spéculaire ; puis on remarque du même côté des argiles rouges, des fragments de gypse et des marnes noires très pyriteuses dont les fossiles sont changés en fer sulfuré (1).

M. Collette réunit ensuite sous le nom de *porphyre vert* ou d'*ophite* des roches assez différentes. Ainsi, autour des villages de Rigoitia, Arrieta, Frunez et Guernica, un massif de produits ignés, probablement mélangés, montre diverses variétés de spilite que l'auteur compare aux variolites du Drac; puis des basaltes, qui constituent la plus grande partie du massif soulevé, prenant parfois la structure prismatique et la texture variolitique, par la présence de nodules de chaux carbonatée. Aux environs de Guernica, la roche passe au diorite, à l'ophite ou au lherzolite. Ces produits ignés ont occasionné quelques altérations dans les calcaires argileux du *groupe crétacé de Munguia* qui les entoure, et dont ils ont dérangé la stratification. Entre Barlnaga et Elgoibar, un autre soulèvement a été produit par des roches ophitiques et des lherzolites, de même qu'entre Elarrio et Elguata une masse ignée désignée sous le nom d'*ophite variolitique* s'est fait jour à travers les assises de calcaire argileux. Dans d'autres localités moins importantes, telles que Busturia et Farua, Arteaga, Boreneo, Iruzubieta, Marzana et Santurce, les roches amphiboliques se montrent encore sous forme de dykes ou de monticules.

Catalogne et Aragon.

Les roches amphiboliques, dit M. A. Maestre (2), sont toujours associées à des marnes, à du gypse et à du sel gemme. Cette dernière substance se présente soit en nodules plus ou moins volumineux (environs de Sin et de Serveto, dans la vallée de Gestau), soit en dissolution dans les eaux qui s'échappent des marnes (Gerri,

(1) Dans ces marnes rapportées à la craie, l'auteur cite le *Pecten quinquecostatus* et des *Nummulites plus ou moins coniques* qui ne sont sans doute que des Orbitolites.

(2) *Descripcion geognostica*, etc. Description géognostique et minière du district de la Catalogne et de l'Aragon (*An. de minas*, vol. III, p. 217).

près Sort, province de Lérida; Saint-Jean-de-las-Abadesas, dans celle de Girone). Cette association de roches si différentes forme généralement des collines coniques, au débouché des vallées et dans les parties les moins élevées du versant de la chaîne. La roche ignée est tantôt grenue, tantôt compacte, ou bien terreuse; sa teinte est généralement le vert foncé. On y trouve disséminés du fer oligiste (spéculaire ou micacé), du cuivre sulfuré, du mica, du talc, de l'asbeste, du quartz, etc.

Les roches sédimentaires qui accompagnent les diorites ont été regardées comme appartenant au grès bigarré ou aux marnes irisées, à cause des amas de sel que ces groupes renferment dans d'autres parties de l'Europe; mais l'auteur ne pense pas que ce soit une raison suffisante, puisque le gisement de sel le plus considérable de l'Espagne, celui de Cardone, repose sur un grès accidentellement rouge de la formation crétacée, circonstance qui se présente encore sur d'autres points (1).

(P. 226.) Entre Olot-Hostabrich et Girone, un massif qui occupe une surface d'environ 20 lieues carrées est formé de basaltes bleuâtres, gris et noirâtres par places, très solides, compactes, sonores et remplis de cristaux de zéolithes et d'olivine. Ils constituent de grandes nappes semblables à une matière fondue qui, à la sortie d'un fourneau, aurait coulé sur un plan légèrement incliné, ou bien ils affectent la forme de prismes à quatre, cinq, six ou sept pans. On observe encore des boules résultant de la décomposition de la roche par les agents atmosphériques, et d'autres à couches concentriques, creuses et tapissées à l'intérieur de nombreuses zéolithes. On rencontre dans diverses localités une grande quantité de laves scoriacées plus ou moins fines, celluleuses, noires ou rougeâtres, puis des cendres volcaniques rouges, grises ou noires, régulièrement stratifiées et recouvrant les autres produits ignés vers le pied des collines.

---

(1) M. Dufrénoy termine ainsi sa description du gisement de sel de Cardone : « Il est certain que les inclinaisons variées que les grès » affectent au contact du sel doivent être regardées comme le résultat » d'un dérangement qu'ils ont éprouvé depuis leur dépôt. Le sel » gemme de Cardone est donc plus moderne que le terrain dans le- » quel il est enclavé. Il est très probable qu'il est en connexion in- » time avec les ophites et les gypses de la Catalogne. » (*Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. II, p. 187. 1834.— *Sur la saline d'Adana*, *ib.* p., 170.)

Les points les plus remarquables de ce pays volcanisé sont les montagnes du Cruscat et de Santa-Margarita-del-Cot, à une lieue au sud-est d'Olot. Les roches ignées s'y élèvent à 250 mètres au-dessus de leur base. La première offre, du côté de l'O. et dans toute sa hauteur, une fente par laquelle se sont épanchées les laves; la seconde a un véritable cratère de 225 mètres de diamètre sur 62 de profondeur. Le mont Sacopa, sur la pente méridionale duquel se trouve la ville d'Olot, a la forme d'une demi-sphère, et un cratère bien caractérisé en occupe le sommet. La même disposition s'observe au Montalivet, au Puig de la Garrinada, au Batet, etc. Au sud du volcan de Santa-Margarita, on remarque des excavations ouvertes dans les cendres volcaniques, et, à une lieue plus loin, la route est jonchée de Nummulites provenant de la désagrégation des calcaires par l'effet de la chaleur. Près du pont, les couches fossilifères sont redressées jusqu'à la verticale par les basaltes. A l'est de Castellfollis, au-dessus du ruisseau Fluvia, une coupe naturelle met à découvert une immense colonnade de basalte gris ou cendré, dans laquelle on distingue jusqu'à cinq rangées de prismes qui représentent, sur une grande échelle, le phénomène que nous décrirons au cap de Gate.

La première apparition de ces volcans semble avoir eu lieu à la fin des dépôts nummulitiques que l'auteur rapporte à la formation crétacée, et leurs manifestations se sont prolongées pendant toute l'époque tertiaire pour cesser avant les temps historiques ou pendant l'époque quaternaire. Des tremblements de terre très violents ont encore été ressentis dans ce pays en 1421, 1427 et 1428, et des excavations d'où sortirent des flammes furent, dit-on, observées alors sur divers points (1).

Province de Murcie.

M. Cook, dans son esquisse de l'Espagne (2), avait déjà signalé autour de Carthagène des trachytes associés à des grès et courant dans la direction du district volcanique d'Almazarron, localité remarquable par le développement des phénomènes ignés et par la

---

(1) Don Francisco Bolos, pharmacien d'Olot, décrivit en 1796 les environs de cette ville. Son mémoire, publié seulement en 1820 (*Mem. de agricult. y artes de Barcelone*), a été augmenté et publié une seconde fois en 1841 par F. Carbonell. On y trouve beaucoup de détails sur les roches volcaniques de ce pays.

(2) *Sketches in Spain during the years* 1829-1832, 2 vol. in-8. Paris, 1834.

roche alunifère de San-Christobal. Les trachytes et les conglomérats volcaniques, dit le savant voyageur (vol. II, p. 323), sont associés aussi à des roches porphyriques rouges et à des schistes primaires entourant des dépôts marins récents. M. Sauvage (1) a donné plus tard quelques détails sur les roches amphiboliques de ce pays, qui sont pour lui du même âge que celles des Pyrénées, puis sur les volcans éteints d'Almazarron et sur ceux des petites îles qui bordent à l'E. la *Mar minor*, près du cap Palos. M. Ch. Bouchacourt, dans un *Mémoire sur l'industrie métallurgique de la province de Murcie* (2), a mentionné les mêmes faits sans ajouter rien de bien important à ce que l'on connaissait déjà.

Dans la partie orientale de la province d'Almeria, entre Vera et Bedar, dans la plaine qu'arrosent les rivières d'Aguas et d'Almanzara, s'élève, au-dessus des dépôts tertiaires, une série de collines alignées N.-O., S.-E., jusqu'aux environs de Torre. Ces collines, suivant MM. Ramon Pellico et Amalio Maestre (3), sont d'origine volcanique, et l'on y distingue au moins deux éruptions d'âge différent. La plus ancienne et la plus étendue est celle des basaltes ; la plus récente, qui est assez limitée et occupe la partie supérieure, est celle des laves. Celles-ci sont très celluleuses, renferment de grands fragments d'amygdaloïde, et ont été altérées par les agents atmosphériques. Le courant principal se voit dans la colline de la Cabeza, où l'on reconnaît la place du cratère d'où il s'est épanché. Province d'Almeria.

Les basaltes sont, à proprement parler, des variolites formées d'une pâte pyroxénique et ferrugineuse, demi-vitreuse, compacte à l'intérieur et assez celluleuse au dehors, qui contient de petits cristaux d'olivine et beaucoup de grains de chaux carbonatée. La roche affecte une structure imparfaitement prismatique, et la stilbite tapisse ses cavités. Ces produits volcaniques des collines de Maria sont en relation avec les roches ignées plus récentes du cap de Gate, dont elles sont cependant séparées par la sierra Cabrera et une distance d'environ 5 lieues.

---

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 97. 1843.

(2) *L'Institut*, 1er avril 1846.

(3) *Apuntes geognosticos sobre la parte oriental de la provincia de Almeria* (*An. de minas*, vol. II, p. 130, 1841). — Traduit par M. A. Paillette (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. II, p. 299). — Voyez aussi Cook, *Sketches in Spain*, etc., vol. II. — Ezquerra del Bayo (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 353).

Le cap de Gate s'élève comme une immense muraille de roches volcaniques, constituant un massif entouré par la mer et que l'on peut suivre le long de la côte sur une étendue de 7 lieues, depuis la pointe de la Testa jusqu'à 1 lieue à l'est de Carboneros, où il disparaît sous les schistes argileux du versant méridional de la sierra Cabrera. Cette surface présente une multitude de petits cônes escarpés, couverts d'une rare végétation; tous sont composés de trachyte de teintes variées, généralement verdâtres ou blanchâtres, très compactes, avec des cristaux de feldspath blanc, ordinairement à l'état de kaolin. Sur beaucoup de points, ces roches sont surmontées par un basalte feldspathique, d'une teinte ferrugineuse sombre au dehors, blanchâtre à l'intérieur, rempli de cristaux d'amphibole et affectant la forme de prismes à 3, 4 ou 5 pans. Ces basaltes paraissent recouvrir aussi des argiles ou substances terreuses d'origine volcanique, soit siliceuses, soit feldspathiques.

Le *Morron de los Genoveses*, composé de matières éruptives plus récentes, est une colline conique avec une dépression, indice d'un ancien cratère au sommet. Vers sa base sont des pumites, des pouzzolanes, avec des grains et des fragments de perlite, d'obsidienne, etc., tandis que vers son sommet on observe un courant de lave, d'un aspect arénacé, quoique demi-vitrifié, ondulé, caverneux, qui s'est moulé sur les roches sous-jacentes, c'est-à-dire sur les terres volcaniques, et, par places, sur les basaltes solides, en remplissant les interstices des prismes. Au-dessus de ce courant s'étend une vaste nappe de basalte noir, variolitique ou compacte, en prismes de 4 à 6 pans, formant le reste de la colline et représentant une colonnade dans les fentes de laquelle on remarque souvent des verres volcaniques verdâtres ou jaunâtres, ou variétés d'obsidienne.

La *Cerrata de los Genoveses*, qui serait le prolongement de la colline précédente, est du même âge ou peut-être plus récente. Elle constitue au sud-ouest un groupe de monticules dont la base et les flancs sont recouverts de laves arénacées très spongieuses, avec des pouzzolanes, et enveloppant des fragments de basalte, de trachyte, de *piceos* (rétinite?) et de porcellanite, le tout surmonté d'un basalte noir, vitreux, scoriacé. Des veinules et des concrétions de calcédoine remplissent les fissures de la pouzzolane, et la disposition du basalte donne un aspect caverneux à toute la surface de ces collines.

Sur la pente méridionale du *Cerro de Enmedio* se montrent, au-dessus des trachytes et des basaltes anciens, des bancs de grès cal-

caire, inclinés de 15° au S.-E., remplis de Peignes, d'Huîtres, de polypiers, etc., et qui sont recouverts à leur tour par une sorte de brèche trachytique ou basaltique blanchâtre ou bleuâtre renfermant les mêmes fossiles au contact du calcaire. Cette brèche alterne avec des bancs de sable basaltique et des argiles endurcies traversées par des veines de fer oxydé rouge.

Dans le *Cerro de Garbanzal* on voit une variété de dolérite, granitoïde ou compacte lorsqu'elle n'est pas altérée, et remplie de mica noir en plaques hexagonales. Cette roche est traversée par des filons de minerai de fer noir, pulvérulent, employé par les potiers de Nijar. De la *Cortijada de Escullos* à la tour du Lobos abondent les thermantides, les jaspes, les calcédoines, les agates, etc., en filons ou en amas au milieu des basaltes. On en observe aussi aux environs de *Castillo de Rodalquilar*. Au nord de ce point, et à 800 mètres de la côte, sont d'anciennes exploitations de kaolin. Dans l'Hornillo, près de la métairie *del Capitan*, un conglomérat à ciment calcaire recouvre les roches volcaniques anciennes et s'étend jusqu'à la montée de l'Artichuela, où paraissent les trachytes blanchâtres ou jaunâtres avec amphibole, et des masses de pumite et de perlite avec une sorte de lave compacte noir verdâtre. Sur divers points du promontoire de Gate, tels que *Boca de Abelda*, les *Barrancos de la Malay* et *del Celejo*, *Hoya de Arevalo*, etc., commencent à se montrer, entre les trachytes et les basaltes, diverses collines de quartzite renfermant des filons de cuivre et de galène, presque toujours mélangés de fer oxydé, de plomb carbonaté, de spath fluor, de barytine, etc.

M. A. Maestre, dans ses *Observations sur les terrains volcaniques* Estramadure.
de la Péninsule (1), a rappelé la plupart des faits que nous venons de mentionner, et a de plus signalé, sur la pente nord de la sierra Morena, dans la province de Ciudad-Real, un massif volcanique de plusieurs lieues carrées de surface, compris entre Argamasilla de Calatrava et l'embouchure du Rio Javalon dans le Guadiana. Il y a encore d'autres points où des phénomènes semblables se sont produits, mais ils sont peu importants.

On a vu (*antè*, vol. II, p. 832) que M. Leplay attribuait les dérangements des dépôts tertiaires lacustres des environs de Badajoz, ainsi que la formation des dolomies qui en font partie, à l'appari-

(1) *Boletino ofic. de Minas*, n° 10, 15 sept. 1844.—Ezquerra del Bayo, Sur un vaste dépôt basaltique à olivine, au milieu de la province de la Manche (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 203).

tion des euphotides. Ces roches ignées se montrent dans le terrain de transition, et même dans les plaines et les collines tertiaires du Guadiana, où elles affectent des caractères semblables quant à leur gisement et à leur composition minéralogique. Elles sont formées de feldspath compacte ou un peu cristallin, et de nombreux cristaux ou masses lamellaires de diallage. Lorsque cette dernière substance est remplacée par de l'actinote, la roche passe au diorite. Il en existe au nord-est d'Almaden, et dans les filons même de cinabre des boules assez grosses se rencontrent parfois. L'euphotide de Badajoz se montre en masses dans les dolomies cristallines et verticales associées aux calcaires caverneux lacustres. L'auteur en indique encore plusieurs autres gisements du même âge, et sur divers points viennent affleurer des roches qui pourraient être une modification des précédentes.

Portugal. Les basaltes forment, suivant M. D. Sharpe (1), un des caractères les plus importants de la géologie des environs de Lisbonne; mais ils se montrent d'une manière tellement irrégulière à l'ouest et au nord de la ville, que leurs limites sont très compliquées et difficiles à tracer. La plus grande longueur de l'espace qu'ils occupent est de 20 milles, et sa largeur est très variable. Outre la masse principale, il y a encore beaucoup d'autres affleurements isolés, et leur surface totale n'a pas moins de 80 milles carrés. Les caractères de la roche sont très variés; ordinairement elle est compacte, souvent amygdaloïde et un peu cristalline, et ses diverses variétés passent les unes aux autres. Quelquefois la structure est massive, d'autres fois bréchoïde, et colonnaire dans certaines localités. Les basaltes ne sont recouverts que par les dépôts tertiaires qui se sont formés après leur sortie.

Au nord du basalte les couches secondaires sont presque horizontales, tandis qu'au sud le grès rouge, redressé en collines à pentes rapides, plonge de 40° à 70°, et même de 90° au S.-E. Le calcaire à Hippurites qui le surmonte a partagé le même mouvement. Le basalte recouvre ensuite la base méridionale du calcaire à Hippurites; puis il atteint les bords du Tage et diminue d'épaisseur dans cette direction, en même temps que l'inclinaison du calcaire s'affaiblit. Il en résulte que la grande masse de basalte est venue à la surface par une fente ouverte dans les assises secondaires, après la dernière

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 124. 1841. — *Bull.*, vol. X, p. 108. 1838.

couche crétacée et avant le plus ancien sédiment tertiaire du pays. Ce phénomène souleva les calcaires à Hippurites et le grès rouge au sud de la fente, et tout le reste du basalte, s'étendant au N.-E. vers Verdelha et au S. vers l'embouchure du Tage, sortit par la gorge étroite au delà de Lourès pour se répandre dans toutes les directions, mais sans dépasser le fleuve au sud duquel on ne trouve que quelques masses isolées près de Cezimbra. Ces dernières sont composées de roches amygdaloïdes avec feldspath et chlorite, mais rien n'en établit l'âge précis. Les strates secondaires sont seulement redressés tout autour. Nulle part M. Sharpe n'a vu les roches de sédiment altérées ou modifiées par le contact du basalte.

Dans la partie nord-ouest de l'île Majorque, M. A. de la Marmora (1) signale un filon de roche amygdaloïde courant N.-E., S.-O., comme la chaîne qui borde la mer de ce côté par un escarpement à pic. Entre Solles et Valdemosa ce filon présente diverses variétés, passant à une amygdaloïde avec chaux carbonatée, et à une roche porphyrique tachetée de vert et de blanc. Ces produits ignés, associés au gypse et aux couches crayeuses environnantes, se rattacheraient aux éruptions dioritiques des Pyrénées, et peut-être le gypse qui se trouve le long d'une ligne parallèle à la chaîne serait-il dû à leur influence. **Ile Majorque.**

(1) *Mém. de l'Acad. roy. de Turin*, vol. XXXVIII, p. 51. 1835.

CHAPITRE IV.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'ITALIE ET DES ILES VOISINES.

Nous décrirons les roches ignées de l'*Italie septentrionale* en commençant par l'ancienne Ligurie, et nous les suivrons dans le Piémont, la Lombardie et les provinces vénitiennes; l'*Italie centrale* comprendra la Toscane avec les îles du littoral qui en dépendent et les États romains; l'*Italie méridionale*, le royaume de Naples. Les sections suivantes traiteront de la *Sicile*, de la *Corse* et de la *Sardaigne*, et un résumé succinct présentera l'ensemble des phénomènes ignés de la péninsule italique et des îles qui en dépendent.

§ I. Italie septentrionale.

Les roches ignées de l'Italie septentrionale sont divisées, géographiquement et minéralogiquement, en deux groupes distincts. Dans la Ligurie et en Piémont se montrent les serpentines qui se rattachent au sud-est à celles de la Toscane; dans le Tyrol méridional, le Véronais et le Vicentin, apparaissent les mélaphyres, les trachytes et les tufs qui en dépendent.

M. L. Pareto (1) s'est beaucoup occupé des roches pyrogènes des Alpes maritimes : il les signale à Saint-Martin de Lantosca et Isola, aux environs de Savone, dans la vallée du Tanaro, etc., où elles surgissent à travers les couches secondaires, et sont accompagnées de brèches considérables avec de grands fragments de granite qui paraissent avoir été entraînés lors de la sortie des serpentines. Plusieurs masses de gypse, situées, tant dans les dépôts tertiaires que dans d'autres plus anciens, résulteraient de l'influence des roches ignées sur les couches qu'elles ont traversées et avec lesquelles elles Ligurie.

(1) *Atti della seconda riunione degli scienz. ital.*, p. 110, in-4. Turin, 1840.

se trouvent en contact. Dans le voisinage immédiat de Gênes, les calcaires à Fucoïdes et les schistes du macigno sont d'autant plus modifiés qu'on se rapproche davantage des serpentines. Le *gabbro* avec épidote et feldspath forme une zone ou bande extérieure qui entoure les massifs de roches d'éruption, telles que les serpentines et les euphotides.

L'âge de beaucoup de roches sédimentaires altérées a été très diversement jugé par les géologues réunis au congrès de Gênes (1); et, quant à la distribution de ces produits ignés, elle est fort bien indiquée sur la *Carte géologique de la Ligurie maritime* (2), que l'on doit à M. Pareto. De son côté, M. Baldracco (3), ayant recherché le gisement originaire de l'or en grains et en paillettes des alluvions de la province de Novi, a également constaté la présence de ce métal dans des filons de quartz celluleux et ferrugineux qui traversent les masses serpentineuses autour de la vallée de Corsente. Tous ces filons, dont quelques uns pourraient être exploités, paraissent faire partie d'un seul système, et seraient de l'âge du soulèvement des Alpes occidentales dont ils suivent, en effet, la direction (4).

Piémont. Lorsqu'en partant de Turin, dit M. Aug. Sismonda (5), on se dirige vers Suse, on voit les rives de la Doire bordées par des serpentines assez tenaces et d'un vert clair. A la montagne de Saint-Michel, celles-ci renferment de la diallage brune disséminée dans la pâte, ce qui produit le *gabbro* des géologues italiens, ou l'*ophiolite diallagique* d'Alex. Brongniart. Au nord-ouest de Mussineto, la roche est traversée par des veines de quartz résinite plus ou moins altéré, de même que la serpentine. La surface des montagnes formées par celle-ci se fait remarquer par sa teinte rouge ou jaune et par sa stérilité, due, sans doute, à un excès de magnésie. A 2 milles 1/2 de Mussineto, la serpentine devient schisteuse. Ces roches se montrent encore au mont Jovet, au camp de Pra et à Brissogno, au nord et au nord-ouest d'Ivréa (6).

---

(1) *Atti della ottava riunione*, etc., in-4, p. 633 et 645. Gênes, 1847.

(2) Une feuille. Gênes, 1846.

(3) *Atti della prima riunione*, etc., p. 80, in-4. Pise, 1839.

(4) C'est sans doute par erreur que la direction de ces filons est indiquée S.-S.-E., N.-N.-O.

(5) *Mem. della r. Accad. di Torino*, vol. XXXVIII, p. 143. 1835.

(6) *Id.*, *ibid.*, vol. XXXIX, p. 259. 1836.

Le diorite, la syénite et la serpentine, que l'on rencontre entre cette dernière ville et Biella, seraient tous du même âge, d'après M. Sismonda (1), et la différence de leurs caractères s'expliquerait par la différence des circonstances qui, en faisant changer l'état d'agrégation des roches, doivent avoir aussi modifié l'affinité entre les substances élémentaires qui les composent. On peut, en effet, remarquer entre elles des passages dus à une action métamorphique que l'auteur désigne sous le nom de *métamorphisme par cristallisation.* Il le distingue des deux autres sortes de métamorphisme : l'un, qui a lieu toutes les fois que la roche d'épanchement s'est mélangée avec les couches qu'elle a traversées, comme à la sortie des porphyres quartzifères de Crevacuore, etc., l'autre par la combinaison des principes seulement mélangés auparavant. La plus grande partie des roches stratifiées des Alpes du Piémont seraient le résultat de ce dernier mode.

Si, négligeant pour le moment les mélaphyres qui forment plusieurs massifs entre Biella et le lac de Guarde, au milieu des roches secondaires, nous pénétrons dans le Tyrol méridional, nous remarquerons que M. Bertrand-Geslin (2), après avoir signalé diverses coquilles (Cérites, Huîtres, Arches, Vénus) dans les tufas volcaniques bréchiformes, associés aux porphyres pyroxéniques du Seisser-Alp et des minéraux semblables aussi à ceux des roches ignées de Montecchio-Maggiore (Vicentin), pense qu'il y a la plus grande analogie entre ces deux localités, et que les porphyres pyroxéniques sont arrivés au jour pendant l'époque tertiaire. Ces porphyres noirs sont, relativement au tufa bréchiforme qui les accompagne, dans la même position que les trachytes du Cantal. Les tufas sont d'ailleurs la roche dominante, et les porphyres, plus abondants seulement vers le bas, forment plutôt des amas que des nappes régulières. Tyrol méridional.

Quant aux calcaires désignés sous le nom de dolomie du Tyrol, ils étaient magnésiens lors de leur formation, et ne doivent nullement leur état dolomitique à l'influence des porphyres noirs dont l'arrivée a pu leur faire prendre seulement la texture cristalline. Du sommet du mont Jumella, composé de tufas et de porphyres pyroxéniques, j'ai pu, dit l'auteur, me faire une idée exacte de la surface occupée par ces mêmes porphyres. Ce n'est en réalité qu'un point entouré d'une ceinture immense de crêtes et de masses

(1) *Ibid.*, 2ᵉ sér., vol. IX. 1846. — *L'Institut*, 19 août 1846.
(2) *Bull.*, vol. VI, p. 8. 1834.

dolomitiques. On peut y reconnaître aisément un vaste cratère de soulèvement dont le centre serait occupé par le porphyre pyroxénique. De plus, comme les syénites roses et les granites gris de Mulato sont liés aux eurites qui, dans le val de Rif, passent elles-mêmes aux granites pyroxéniques du Canzocoli et de Forno, il en résulte que les granites gris et roses de Predazzo sont très voisins de l'époque tertiaire, ainsi que l'avait avancé Marzari.

Ces mélaphyres pénètrent aussi en filons dans les roches quartzifères des environs de Varese (Milanais), et l'on sait que M. de Buch (1) a reconnu deux éruptions de mélaphyres à Lugano : l'une contemporaine des porphyres rouges, l'autre beaucoup plus récente. M. F. de Filippi (2), en traitant de la géologie du Tyrol méridional, a mentionné les variétés de mélaphyre qui passent à la wacke, à la dolérite, au basalte, au trapp, à l'aphanite, dans la vallée de Fassa, puis les filons et les masses puissantes de roches ignées qui constituent des montagnes au milieu des sommités calcaires et dolomitiques. Il arrive également à ce résultat qu'il y a au moins deux éruptions de porphyres noirs : l'une, qui a soulevé les schistes micacés, est antérieure au grès rouge, aux calcaires et à la dolomie, l'autre est plus récente que toutes ces roches. A Predazzo, le granite, qui représente le porphyre quartzifère, recouvre le calcaire, et il y aurait aussi sur ce point deux éruptions porphyriques.

Vicentin et Véronais. La colline dite la Favorite, près de Lonigo (Vicentin), composée de roches basaltiques, d'argile rouge et bleue, de brèches et de tufas volcaniques, est postérieure aux dépôts tertiaires environnants. Ces diverses roches paraissent s'être accumulées sous les eaux de la mer après avoir fait éruption par deux orifices principaux (3). Suivant M. Catullo (4), les porphyres pyroxéniques des environs de Recoaro

(1) Carte d'une partie du Tyrol méridional. Inspruck, 1822 ; — *Ann. de chim.*, vol. XXIII. — *Taschenb. f. Min.* 1824. — Carte topogr. de Predazzo (*Bibl. ital.*, vol. XXXII, p. 351 ;— *Zeitsch. f. Min* 1829, pl. 2). — Voyez aussi A. von Klipstein : *Beiträge zur geol. Kenntn. d. östl. Alpen*, p. 45 à 73, in-4, avec coupes et pl. de fossiles. Giessen, 1843.

(2) *Bibl. italiana*, vol. XCVI. 1840.

(3) F. O. Scortegagna, *Sulla formazione geologica*, etc. Sur la formation géologique de la colline dite la Favorite (*Acad. des sc. de Padoue*, 1834). Vérone, 1836. — Des ossements de Crocodile trouvés sur cette colline avaient été regardés à tort comme tertiaires ; ils appartiennent à l'époque quaternaire.

(4) *Nuov. ann. delle sc. nat. di Bologna*, vol. VI.

seraient postérieurs au terrain tertiaire et contemporains des trachytes des monts Euganéens. Ils sont ordinairement adossés aux pentes des hautes montagnes.

Les monts Euganéens commencent à Monselice, sur la route de Bologne à Padoue, et s'élèvent au milieu d'une plaine très unie sans atteindre une grande hauteur. C'est une petite chaîne presque complétement trachytique et qui ne ressemble en rien à l'aspect que présentent les volcans éteints du Latium et de la Campanie. Aussi L. Pilla (1) avait-il cru pouvoir lui assigner une très grande ancienneté qui n'est, comme on va le voir, nullement justifiée. Le point culminant de ce groupe montagneux est la Venda, située vers le centre, et dont l'altitude est de 586 mètres (2). Plusieurs rameaux s'en détachent, et il y a en outre quelques petits massifs isolés. La roche dominante est un trachyte (*masegna*) ordinairement gris, quelquefois jaunâtre ou rouge clair, rarement foncé, et à texture grenue. Sa pâte est un feldspath amorphe, blanchâtre ou gris cendré, à cassure raboteuse et inégale, qui renferme, disséminés, du feldspath cristallisé, du mica noir et des cristaux d'amphibole. La structure est massive ; parfois le trachyte est divisé par des fissures perpendiculaires en prismes plus ou moins réguliers (Lonzina dans le groupe de Praglia). Les prismes sont à 5, 6 ou 7 pans (Monte-Rosso, Sasso di S. Biagio, commune de Castel-Nuovo). A la montagne de la Zucca, la roche se délite en fragments concentriques testacés. Monts Euganéens.

Le feldspath, qui rend les trachytes porphyroïdes, est tantôt vitreux et luisant (carrières de Monselice, Montemerlo, Monte della Zucca, Lozzo, etc. : c'est le *trachyte porphyroïde luisant* ou *masegna commun*), tantôt terne et presque terreux. La petite colline isolée de San-Daniele est formée de trachyte porphyroïde quartzifère dans lequel le quartz est disséminé en cristaux plus petits. Il présente un commencement de décomposition et un aspect terreux, circonstance très fréquente dans ces montagnes. Ces variétés et plusieurs autres, décrites par Da Rio, sont en réalité peu importantes et passent souvent les unes aux autres : tels sont les trachytes euritiques ou pétro-siliceux et les trachytes granuleux de Castelletto, qui

(1) *Osservazioni geognost.*, etc. Observations géognostiques de Naples à Vienne ; in-8. Naples, 1834.

(2) Da Rio, *Orittologia euganea* ; in-4. Padoue, 1836. — Voyez aussi *Ann. delle sc. del regno Lomb. Venet.*, fasc. 1. — *Mém. de l'Acad. de Turin*, vol. XXXVI. — *Id. della Soc. ital.*, vol. XXV. — *Atti della prima riunione degli scienz. ital.*, p. 72. Pise, 1839.

semblent participer à la fois de la domite, de la pumite et même du tuf, et qui se présentent en filons. La perlite existe au Monte-Sieva, à Monte-Nuovo et au mont Menone. Dans cette dernière localité, elle se divise en prismes à trois et à cinq pans, placés horizontalement. La perlite de Monte-Catajo, d'un brun de foie avec des cristaux de feldspath disséminés, est le *porphyre perlitique* (*perlstein porphyr*). Une variété jaune brun et une autre noire se trouvent dans le même massif, au sommet duquel se voit une roche de l'aspect des laves. Les perlites, dont l'auteur indique huit variétés, ne seraient, suivant lui, que des trachytes qui, par leur disposition et la proportion de leurs éléments, étaient plus aptes que les autres à éprouver une demi-fusion sous l'influence des feux souterrains. Une brecciole trachytique et certains conglomérats perlitiques paraissent avoir subi l'action du feu après leur formation et un autre conglomérat brun-rouge est comparé par Da Rio au sphérolite d'Ilnich, en Hongrie.

Le même géologue a désigné, sous le nom de *formation trappique*, les basaltes, les wackes, etc., et il a regardé comme un basalte une roche dans laquelle le pyroxène en masse est l'élément principal. Cette roche, qui forme le sommet du Catajo et le mont des Croci, se distingue des autres par un certain éclat, par la fréquence de très petits cristaux de feldspath et par la rareté du péridot. Elle ne forme pas de colonnes prismatiques ni de nappes, mais elle constitue des masses irrégulières ressemblant à un courant sorti du sommet du Sieva, d'où le nom de *sievite* que lui donna Marzari.

Les roches trappéennes des monts Euganéens forment des groupes isolés et indépendants qui n'atteignent nulle part la hauteur des trachytes. Tantôt elles sont entourées et tantôt recouvertes par les couches calcaires, ce qui n'a jamais lieu pour les autres. Ainsi, au mont Oliveto, l'amphibolite micacée, traversée par de beaux filons de calcédoine, semble sortir de dessous les calcaires qui l'environnent, et sous la maison de la préture, à Teolo, le calcaire rougeâtre surmonte immédiatement le basalte. Dans ces deux localités, la roche pyrogène, quoique antérieure à la roche sédimentaire, n'a été soulevée qu'après le dépôt de celle-ci dont elle a dérangé la stratification.

Dans le groupe de Sieva et dans ses ramifications, le basalte a tous les caractères d'une masse pâteuse qui aurait coulé du sommet de la montagne pour former les deux collines des Croci et du Catajo, et cette éruption qui, suivant Da Rio, a eu lieu à l'air libre et non

sous la mer, est postérieure au dernier éloignement de celle-ci. D'un autre côté, en étudiant le basalte de Teolo, il a reconnu que la partie volcanique ou trappéenne de ce même groupe était antérieure à celle de Sieva, et qu'elle était d'un âge intermédiaire entre les produits les plus anciens et les plus récents.

Les trachytes sont les premières roches ignées des monts Euganéens; ils ont soulevé et disloqué les calcaires rouges de la *scaglia* en les redressant, et ceux-ci, qui les entourent comme d'une ceinture, n'atteignent guère que le quart de la hauteur des montagnes. Les trachytes, lors de leur apparition, devaient être presque fluides pour avoir coulé dans les fentes des roches stratifiées préexistantes qu'ils ont dérangées. Il ne s'est d'ailleurs manifesté aucune expansion ou gonflement semblable à ce que l'on observe dans les laves modernes, et rien n'annonce qu'il y ait eu de véritables coulées.

Oubliant ici, quoiqu'il le rappelle dans ses conclusions, qu'il a cité le petit lambeau tertiaire sur lequel est bâtie l'église de Teolo, qui constitue une sorte de brecciole avec plusieurs espèces de Nummulites et d'autres coquilles marines, l'auteur pense que ce soulèvement des trachytes s'est produit entre la période crétacée et l'époque tertiaire, parce qu'on ne remarque pas, dit-il, de couches de cette dernière dans le massif euganéen ni de débris de celles que l'on pourrait supposer y avoir existé. Les masses basaltiques ou trappéennes, plus récentes que les trachytes, n'en seraient cependant qu'une modification.

M. Pasini (1) a également fait voir que la *scaglia* du Vicentin, qui passe sous les dépôts quaternaires de la plaine, vient se relever autour des monts Euganéens, que les couches tertiaires sont des calcaires à Nummulites et des marnes alternant avec des pépérites, et que les trachytes ont traversé le tout pour arriver au jour; mais, contrairement à l'opinion de Da Rio, il croit que les basaltes sont plus anciens, et il se fonde sur ce que l'on en trouve des fragments dans le conglomérat trachytique, et que des filons de trachyte traversent les marnes liées aux pépérites qui contiennent aussi de nombreux fragments de basalte. Ce massif volcanique, où l'on n'aperçoit point de traces de cratère, serait une réunion de filons de conglomérats sortis à la manière des lapilli et avant les trachytes, qui ne sont d'ailleurs nullement modifiés.

---

(1) *Réunion des savants italiens à Padoue*, séance du 20 sept. 1842.

Pour concilier ces faits avec ce que nous avons vu dans le centre de la France, où les trachytes sont antérieurs aux basaltes, M. L. Pareto (1) suppose que les trachytes euganéens, comme ceux du mont Amiata (Toscane), appartiennent à une seconde période, et qu'une troisième, plus récente encore, a produit le trachyte du mont Santa-Croce, dans le cratère de Roccamonfina (Campanie).

La section de géologie du congrès de Padoue, après une course dans les monts Euganéens, a confirmé les dernières opinions que nous venons de rappeler, et, à cette occasion, M. Pasini, insistant sur ce qu'il avait déjà dit, considère ce petit groupe de montagnes comme composé de centres trachytiques, d'où divergent ces espèces de murailles ou filons saillants qui forment les diverses cimes et les relient entre elles. Ces filons ont coupé le terrain secondaire, le terrain tertiaire et la brecciole basaltique qui alterne avec les marnes grises. Cette circonstance confirme l'antériorité des basaltes dont les éléments ont contribué à former les pépérites ou breccioles de Teolo, ce qui n'exclut point la possibilité de basaltes plus récents que les trachytes. Plus tard, le même géologue s'est attaché à prouver la contemporanéité des trachytes euganéens avec ceux des environs de Viterbe (2).

§ 2. Italie centrale.

Toscane. L'importance que les roches serpentineuses prennent en Toscane nous engage à les décrire séparément. Les autres roches ignées du même pays se rattachant plus particulièrement à celles des États romains ; nous remettons à en parler plus loin.

Ferber, dès 1772, avait assigné aux serpentines de la Toscane leur véritable place dans la série, en disant que le *gabbro* de l'Impruneta, près Florence, reposait sur un calcaire gris compacte ; Marzari (1820) signala un granite passant à la serpentine, superposé aussi

(1) *Réunion des savants italiens à Padoue*, séance du 22 septembre 1842.

(2) *Ibid.*, séance du 26 sept.—Voyez aussi W. Fuchs, *Die venetianer Alpen*; in-4, avec carte géol., vues et coupes. Vienne, Soleure, 1844. Les vues et les coupes de ce bel ouvrage montrent sur beaucoup de points la relation des roches ignées avec les roches sédimentaires et les nombreux plissements de ces dernières. — C. T. Catullo, *Memoria epistolare*, etc. Mémoire sur un nouveau filon de dolérite découvert par M. Trattenero, près des eaux acidules de Recoaro (*Ann. di Bologna*, sept. 1844).

à un calcaire saccharoïde, et de plus, entre Predazzo et Forno, une injection serpentineuse dans le calcaire alpin. Alex. Brongniart (1821) prouva que les serpentines des Apennins (ophiolites) étaient plus récentes que les couches secondaires de cette chaîne; mais L. Pilla (1) crut que la serpentine de Sasso de Castro et des monts Beni, au sud-ouest de Pietra-Mala, était antérieure à ces calcaires.

Mémoires de M. P. Savi.

Les masses serpentineuses de la Toscane, dit M. P. Savi (2), sont disposées suivant un certain ordre, qui s'accorde avec la direction de la chaîne de l'Apennin, laquelle sépare la Toscane de la Lombardie, et l'on peut distinguer dans ces masses quatre séries dirigées généralement du N.-O. au S.-E. La première, située sur le versant nord de l'Apennin, fait suite aux serpentines de la Ligurie septentrionale dont nous avons parlé; les *gabbro* du Modenais et du district de Castel-Nuovo, qui se prolongent dans le Bolonais, en font partie. La seconde se trouve immédiatement en deçà du versant méridional de la chaîne, se montrant même souvent au milieu des vallées profondes qu'entourent les hautes cimes centrales, ou entre celles-ci et la chaîne métallifère. Ces roches se présentent sur un certain nombre de points isolés au S.-E., jusque vers Viamoggio, sur la pente nord de l'Alpe della Luna. La troisième, la plus rapprochée de la mer, est dans le voisinage de la chaîne métallifère; c'est la plus riche des séries serpentineuses; elle commence au mont Nera, près de Livourne, et se continue en ligne droite avec une largeur variable vers Acquapendente, dans les États romains. Enfin la quatrième comprend les serpentines des îles de la Toscane, c'est-à-dire Gorgona, Elbe, Giglio et le promontoire Argentaro, où elles sont accompagnées de schistes luisants, de stéaschistes et de masses granitiques.

Les serpentines de la troisième série, parmi lesquelles M. Savi comprend celles de la *Riviera di Levante*, qui nous semblent plutôt faire partie de la seconde, ont été l'objet particulier de ses études. Si l'on considère l'aspect général et la composition des masses serpentineuses, on trouve que les montagnes de *gabbro* de la Tos-

(1) *Osservazioni geogn.*, etc. Observations géognostiques de Naples à Vienne; in-8. Naples, 1834.

(2) *Memorie per servire*, etc. Mémoires pour servir à l'étude de la constitution physique de la Toscane. Pise, 1837-1839. — *Nuovo giornale de litterati*, 1837-1839. — *Due memorie geologiche su i terreni stratificati dependenti o anessi alle masse serpentinose della Toscana*; in-8. Pise, 1838. — Voyez aussi : Repetti, *Dizionario geografico, fisico, storico, della Toscana.*

cane sont peu élevées, arrondies et recouvertes de blocs anguleux. Elles ne sont pas composées de gabbro dans toute leur hauteur, mais elles sont entourées, à leur base et sur leurs flancs, de couches brisées d'albérèse ou de calcaire du macigno. Les montagnes serpentineuses n'offrent aucune apparence de stratification, et sont fissurées en tous sens. Outre le gabbro (serpentine diallagique) et la serpentine ordinaire, les diorites, les ophites et quelquefois l'euphotide, constituent encore une grande partie de ces montagnes. Plusieurs substances minérales, telles que l'asbeste, la stéatite, le talc, la magnésite, la calcédoine, l'opale, la miémite, les minerais de cuivre, etc., y sont également associées.

Le savant professeur de Pise classe dans cinq groupes les roches pyrogènes serpentineuses de la Toscane, considérées sous le rapport de leur composition, de leur origine, de leurs caractères pétrographiques, de leur âge, etc. Le premier comprend les roches ophiolitiques ou serpentineuses proprement dites : ce sont le diorite (grunstein), l'ophite (*prasopiro*), la serpentine (ophiolite, Alex. Brong.), l'euphotide (granitone) et la syénite (pyroxénite). Le second renferme les roches sédimentaires modifiées par l'action des précédentes. Ce sont : le *galestro* et ses variétés, le *gabbro rosso* et les *diaspri*, désignés sous l'expression générale de *roches neptuniennes ophiolitiquées* (*ofiolitzzate*). Dans la troisième, sont placés les mélanges de roches serpentineuses et sédimentaires, des conglomérats calcaréo-serpentineux, des *polzevere* et des *verde antico*, etc. Le quatrième groupe, celui des filons serpentineux, renferme les substances qui ont rempli les fentes des roches serpentineuses : tels sont les granites propres aux serpentines de l'île d'Elbe, la miémite, l'opale, le *casciolongo*, la calcédoine, la magnésite, la stéatite, l'asbeste, les filons cuprifères, etc. Enfin, dans le cinquième, sont rangés les dépôts tertiaires ophiolitiques déjà décrits (*antè*, vol. II, p. 786), ainsi que les couches d'origine mixte.

Les roches du premier groupe ne se rencontrent jamais isolément, mais réunies en plus ou moins grand nombre pour former les montagnes. Leur mode d'association n'a rien de constant ; tantôt l'une prédomine, tantôt l'autre. La serpentine y est associée au diorite comme sur d'autres points de l'Europe, fait déjà connu, mais qui avait été démenti. L'ophite (porphyre vert antique), désignée par l'auteur sous le nom de prasopyre (*prasopiro*), forme des dykes, des filons ou des amas, au mont Vaso, à la Rocca-Tederighi et à Reparbella. Son gisement serait analogue à celui des

diorites des Pyrénées (ophites, Palass.), auxquels le lherzolite paraît être associé, tandis qu'en Toscane l'ophite est liée aux roches serpentineuses. Ces ophites, d'après M. Savi, seraient encore du même âge que les roches serpentineuses et diallagiques les plus récentes de la Morée, contemporaines elles-mêmes des diorites des Pyrénées et des Carpathes.

Ces rapprochements proposés par l'auteur ne sont point admissibles, car l'apparition des serpentines auxquelles sont liées les ophites est de beaucoup antérieure à la sortie des diorites des Pyrénées. Les dépôts qui constituent le *terrain tertiaire ophiolitique* de M. Savi (*antè*, vol. II, p. 786) ont été formés en partie aux dépens de ces mêmes roches serpentineuses ; et lors même qu'ils seraient, comme il le pense, contemporains des marnes sub-apennines dont ils représenteraient une modification locale en rapport avec le voisinage des roches ignées, les serpentines seraient toujours plus anciennes que les diorites des Pyrénées, puisque ceux-ci ont paru après la formation sub-apennine, ou par suite du soulèvement qui mit fin à la troisième période tertiaire. Quant aux serpentines les plus récentes de la Morée, tout porte à croire qu'elles sont aussi antérieures aux diorites des Pyrénées, ce qui confirmerait l'opinion de Boblaye et de M. Virlet, qu'elles sont contemporaines de celles des Apennins. Cette partie de la conclusion de M. Savi serait alors exacte, bien qu'établie sur un faux rapprochement, mais nous verrons plus loin qu'il reste encore beaucoup d'incertitude sur l'âge de ces roches en Morée.

Les serpentines qui offrent de nombreuses variétés de teinte et de texture constituent des masses d'une grande étendue, en relation avec les diorites, et passent souvent à l'euphotide. Cette dernière, très variée aussi, ne diffère des serpentines que par la présence du feldspath qui se mêle à la pâte serpentineuse.

L'examen détaillé auquel M. Savi a soumis les roches de sédiment modifiées par les masses serpentineuses lui a fait admettre les résultats suivants : 1° Les roches sédimentaires appartenant au macigno sont presque toujours modifiées ou altérées au contact des roches ignées. 2° Les couches de sédiment placées au-dessus de ces mêmes roches ignées sont toujours les plus altérées. 3° Les roches schisteuses le sont ordinairement plus que les calcaires qui souvent perdent une portion de leur élément principal. 4° Les changements éprouvés par les bancs argilo-calcaires du macigno sont de trois sortes : là où la couleur a été altérée, la roche est divisée en frag-

ments prismatiques ou rhomboïdaux ; elle est peu endurcie, ne fait plus effervescence avec les acides et constitue le *galestro;* là où les teintes sont très variées, telles que le rouge, le pourpre, le jaune et tous leurs mélanges, la roche est endurcie, elle a pris de la silice, elle est toujours stratifiée, et ne fait pas non plus effervescence avec les acides : elle constitue alors les *diaspri ;* là enfin où les couches, outre ces changements de couleur, sont modifiées dans leur structure, deviennent massives, empâtées ou bréchoïdes, restent effervescentes et ne renferment point de parties serpentineuses, on a le *gabbro rosso.* 5° Les trois modes d'altération précédents sont quelquefois réunis sur le même point et passent de l'un à l'autre. 6° Dans la dernière modification, où la roche semble avoir été ramollie et avoir empâté des portions de couches schisteuses et calcaires du macigno, on voit développées quelques unes des espèces minérales qui font partie des roches serpentineuses, telles que le feldspath et la diallage. 7° Enfin, lorsque les roches serpentineuses se mêlent aux roches de sédiment altérées, elles produisent de véritables *amalgames serpentineux.* De plus, M. Savi considère les roches serpentineuses elles-mêmes, causes de toutes ces modifications, comme des altérations ou des scories de quelque roche sédimentaire fondue et imprégnée de matières étrangères par les influences réunies de la chaleur, de l'électricité et des éléments qu'auraient développés les véritables produits ignés (les métaux et particulièrement le fer) à leur sortie de la terre ; et cela de la même manière que la dolomie résulte d'une altération du lias des Apennins.

Ce géologue a remarqué que lorsque les porphyres, les trapps ou les diorites se trouvent au contact des calcaires ou les traversent, il y a presque toujours une bande de serpentine à leur séparation ; et d'autres faits démontrent également que le fer oxydulé et le fer oligiste injectés dans des dépôts sédimentaires ont donné lieu à la formation de minéraux semblables et d'amphibole. La serpentine serait alors un des résultats médiats ou immédiats de l'action des masses de fer sur les roches sédimentaires, et, comme elle passe souvent au diorite, elle ne serait qu'une modification de cette dernière. Ainsi le fer serait la cause première du développement des diorites, et ceux-ci l'origine des serpentines.

Après avoir exposé ces hypothèses, M. Savi traite des filons et des veines qui traversent les masses serpentineuses, et il distingue les filons granitiques, opalins, calcédonieux, feldspathiques, silicéo-calcaires, miémitiques et cuprifères. La serpentine au contact du

granite a été convertie en nacrite jaune d'or, d'un blanc de perle ou vert bleuâtre, fait déjà signalé en 1833, près de San-Pietro-in-Campo (île d'Elbe). Le granite pénètre dans la serpentine, suivant plusieurs directions, et les veinules se terminent ou se prolongent par une substance siliceuse peu distincte, passant à une sorte de *casciolongo*. Au lieu dit Calcinajo, toute la masse serpentineuse est traversée par un réseau de veinules de cette même substance, d'hydrophane, d'opale, etc., ce qui conduit l'auteur à penser que, puisque les filons quartzeux (opale, hydrophane, etc.) sont une dépendance de ceux de granite et qu'on les regarde comme formés par la voie humide, on doit admettre que cette voie a aussi concouru, avec l'élévation de la température et la pression, à la formation du granite lui-même.

(P. 75.) Les veines cuprifères et les filons des masses serpentineuses dont s'est occupé M. Savi sont ceux de Monte-Castello, de Monte-Vaso, de la Rocca-Tederighi et de Monte-Catini. Ces quatre localités présentent diverses espèces de filons cuprifères. Ainsi, au mont Catini, ou à la minière de Caporciano, un filon puissant, rempli de bas en haut, traverse le gabbro-rosso. Il est formé de terre grise, silicéo-alumineuse et magnésienne, renfermant des fragments arrondis, à surface lisse, de diverses roches serpentineuses et de plusieurs minerais de cuivre. A Rocca-Tederighi, des filons métallifères sont accompagnés d'autres filons courant dans des directions différentes. Dans la carrière de Bonelli, le filon métallifère court entre la serpentine et le gabbro-rosso. Au Monte-Vaso et au Monte-Castelli, les filons sont entièrement dans la masse serpentineuse.

De l'ensemble de ses observations M. Savi conclut que non seulement les filons cuprifères sont dans les masses serpentineuses, mais encore qu'ils pénètrent dans les roches secondaires altérées, que ce sont de vrais filons, puisqu'ils sont formés de substances d'origine et de structure différentes de celles de la roche encaissante, et que de plus ils se prolongent sans interruption dans des roches de divers âges. Ils ont été remplis de bas en haut, car on y trouve des fragments de roches que tout prouve venir de dessous le gabbro-rosso. Outre les filons qui renferment des morceaux roulés, il y en a dont tous les éléments sont intacts, et ceux avec minerai de cuivre sont contemporains de tous les autres.

Comme considérations plus générales, relatives à la chaîne métallifère de la Toscane, l'auteur pense que l'état actuel de ces montagnes est la conséquence non seulement du soulèvement de sa partie médiane, mais encore de l'enfoncement d'une [illegible]

périphérie ; que les filons et les amas de plomb argentifère, fer, blende, pyrite de cuivre, quartz, baryte, etc., ont été brisés et interrompus par les fentes actuelles ; que les mouvements qui produisirent ces dernières sont plus récents que l'apparition des substances métalliques et l'altération des roches sédimentaires voisines, et qu'enfin la catastrophe qui a mis la chaîne métallifère dans l'état où nous la voyons est postérieure aux dépôts tertiaires des pays environnants (1).

Observations diverses. La section de géologie du congrès de Florence (2) a examiné au sud de la ville la masse serpentineuse de l'Impruneta, qui est composée d'euphotide (granitone), de serpentine diallagique (gabbro) et d'une variété de roche feldspathique, le tout mélangé ou intimement lié. Ces roches, qui se sont fait jour au travers du calcaire albérèse et des argiles, ne les ont pas sensiblement modifiés. M. W. J. Hamilton (3), dans ses *Observations sur la géologie de quelques parties de la Toscane*, a mentionné divers gisements de serpentine et la position des minerais de cuivre le plus ordinairement au contact de cette roche et du gabbrò-rosso. Les veines de calcédoine exploitées à l'est de Monte-Rudolfi ont également attiré son attention. Il a désigné sous le nom de *sélagite* une roche presque trachytique, qui sort de dessous les marnes bleues et qui porte le village de Monte-Catini. Elle est alignée dans la direction des serpentines du pays, quoique probablement sans connexion avec elles, et bien qu'elle ait été soulevée à la fin de l'époque tertiaire. De son côté, L. Pilla (4) a regardé avec M. Savi les trachytes de Campiglia comme ayant la même origine que ceux du mont Amiata, et que les granites de l'île d'Elbe, dont nous parlerons ci-après. Le grand filon pyroxénique, qui se suit sur une longueur de 22 kilomètres à travers les couches jurassiques, dans une direction N. 40° O., ainsi que les filons de l'île d'Elbe, seraient encore un produit du même âge.

Mémoire de M. Burat. Dans ses *Etudes sur les terrains de la Toscane et sur les gîtes métallifères qu'ils renferment* (5), M. A. Burat a présenté de la géo-

---

(1) Voyez aussi : *Osservazioni geogn. sui terrini antichi Toscani del prof. Savi* (*Nuovo giorn. de' litterati*, n° 63).

(2) *Atti della terza riun.*, etc. Florence, 1841. — Voyez aussi : *Atti della ottava riun.*, etc., p. 640 ; in-4. Gênes, 1847. — Andrea Cazzi, *Richerche geologiche*, etc. Recherches géologiques et minéralogiques sur Montieri et ses environs. Florence, 1842.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 291. 1845.

(4) *Compt. rend.*, vol. XX, p. 811. 1845.

(5) *Etudes sur les mines, Théorie des gîtes métallifères*, etc.,

logie de ce pays un tableau du plus grand intérêt, et nous essaierons d'esquisser quelques unes des parties les plus importantes de son travail, tout en regrettant qu'il n'ait pas relié ses observations à celles de ses prédécesseurs, ou discuté celles de leurs opinions qui ne s'accordaient point avec les siennes; car cette omission laisse toujours quelque incertitude dans l'esprit du lecteur.

La contrée montagneuse qui s'étend entre les Apennins et la Méditerranée, ou chaîne métallifère de la Toscane, doit son relief à deux systèmes de soulèvement très distincts : le plus saillant, indiqué par l'alignement des massifs où les serpentines sont bien développées, est composé de trois lignes parallèles à la crête culminante des Apennins; le second, marqué principalement par des zones métallifères et par des roches amphiboliques, affecte des directions rapprochées du méridien.

« Chacun des groupes montagneux qui composent la chaîne métal- » lifère, dit M. Burat (p. 160), peut donc présenter les divers terrains » stratifiés, soulevés par des roches ignées, serpentineuses ou feldspa- » thiques, et altérés par les phénomènes de métamorphisme particu- » liers aux uns et aux autres. Chaque point central, étant le résultat » d'un centre d'action, présente une histoire géogénique particulière; » et sous ce rapport on ne peut mieux comparer cet ensemble qu'à » certaines chaînes volcaniques, composées de centres distincts, » réunis en bande ou zone montagneuse, parce qu'ils se sont fait » jour suivant des fractures parallèles, beaucoup d'entre eux étant » d'ailleurs composés de laves de plusieurs époques, et chacun con- » stituant un fait éruptif particulier. Cette comparaison peut être » poussée encore plus loin, en ce que, suivant toute probabilité, » toutes les émissions serpentineuses ne sont pas exactement con- » temporaines, non plus que toutes les émissions feldspathiques qui » ont suivi. Ce sont de véritables éruptions qui n'ont pas été simul- » tanées, mais qui constituent deux séries de périodes ignées, pen- » dant lesquelles les roches éruptives ont même pu varier et annon- » cer, par des passages minéralogiques, les caractères de celles qui » devaient suivre. »

Dans un examen rapide des couches sédimentaires, altérées ou non, depuis le *verrucano* jusqu'aux derniers dépôts tertiaires, et

---

p. 153; in-8. Paris, 1845. — *Compt. rend.*, vol. XVI, p. 1076. 1843. — *Ibid.*, vol. XVII, p. 1279. — *Rapport de M. Dufrénoy*, *ibid.*, vol. XX, p. 1327. 1845.

qu'ont traversées et dérangées les roches ignées pour arriver au jour, l'auteur admet, comme la plupart de ses prédécesseurs, que le macigno, les grès à Fucoïdes et l'albérèse appartiennent à la formation crétacée (*antè*, p. 160), que le terrain tertiaire inférieur manque (*antè*, p. 146), et que les couches constituant les *conglomérats ophiolitiques* ou serpentineux représentent la formation tertiaire moyenne (*antè*, vol. II, p. 786). Il examine ensuite le rôle qu'ont joué les roches ignées magnésiennes ou feldspathiques dans les principaux groupes de montagnes qui constituent la chaîne métallifère, et les diverses circonstances de leurs éruptions. Puis, comprenant dans ses aperçus généraux la région sous-marine de l'archipel toscan, dont nous parlerons tout à l'heure, et où les roches feldspathiques se sont plus particulièrement développées, il fait voir (p. 191) « que les serpentines et les roches feldspathiques » de la Toscane constituent deux séries ou périodes d'éruption qui » durent être fort longues, et qui sont réunies entre elles par l'exis- » tence de roches mixtes, telles que les porphyres verts, les séla- » gites, les amphiboles et les yénites, roches qui appartiennent à » une époque intermédiaire. Ces roches mixtes établissent ainsi la » continuité des éruptions; elles se trouvent tantôt avec les serpen- » tines, tantôt avec les roches feldspathiques. »

On a déjà dit que les serpentines avaient fait irruption après le dépôt de l'albérèse et avant les conglomérats serpentineux de la formation tertiaire moyenne ; les roches feldspathiques sont plus récentes, puisqu'à Monte-Massi ces mêmes conglomérats, avec les calcaires et les schistes charbonneux, sont soulevés par les roches que M. Burat nomme *porphyres quartzifères*. Dans le Volterrais et autour des masses porphyriques de Sasso-Forte et de Rocca-Strada, les marnes sub-apennines avec gypse sont bouleversées et portées à des hauteurs considérables. Les marnes des environs de Santa-Fiora sont dans le même rapport relativement aux porphyres (trachytes) du mont Amiata ; et, comme nous verrons dans l'île d'Elbe des granites traverser les serpentines, il existe donc, dit l'auteur, des granites et des porphyres quartzifères (trachytes) presque contemporains des roches volcaniques de la France centrale.

C'est à ce peu d'ancienneté des roches pyrogènes de la Toscane, continue-t-il, que l'on doit la facilité de reconnaître, pour chaque groupe montagneux, l'histoire de tous les phénomènes de sa génération, de même que dans une chaîne volcanique on peut, en quelque sorte, lire dans les détails de sa forme et de ses éléments

constituants tous les secrets de la formation de chacun des cônes qui la composent. Enfin, après la sortie des roches feldspathiques, des phénomènes ignés pseudo-volcaniques marquent encore en Toscane le continuité réelle de l'action souterraine, et établissent une sorte de liaison entre ces roches et les phénomènes volcaniques actuels de l'Italie, phénomènes dont nous avons parlé (*antè*, vol. I, p. 406 et 500) et sur lesquels M. Burat présente ici de nouveaux détails.

Les gîtes métallifères, qui forment l'objet principal de ses recherches, se trouvent dans la chaîne occidentale de l'Italie, depuis les montagnes du duché de Modène jusqu'au mont Argentaro, à l'extrémité sud de la Toscane. C'est surtout dans la chaîne des Maremmes, entre Livourne et Piombino, qu'ils abondent le plus. La plupart d'entre eux ont été exploités par les anciens, et ont fourni, suivant toute probabilité, cette immense quantité de bronze qu'ont employée les Romains. Les exploitations anciennes avaient été principalement dirigées sur les amas et les filons en stockwerke de l'île d'Elbe et du Campigliese. Les restes de ces établissements souterrains sont prodigieux par leur étendue, et des vallées entières remplies de scories attestent une extraction continuée pendant des siècles. Au moyen âge, seconde période de travail dont les traces ne sont pas moins remarquables, mais présentent des caractères tout à fait distincts, on a suivi surtout les couches plombifères et argentifères du Massetano, et de nos jours les efforts se concentrent sur les gîtes de contact des roches serpentineuses, gîtes presque intacts, et dont les ressources sont plus en harmonie avec les exigences actuelles.

Ces gîtes de la Toscane sont en relation constante avec les roches serpentineuses et amphiboliques dont nous avons parlé. Les minerais sont mélangés à ces produits éruptifs, et les lignes de fracture et de soulèvement, suivies par les roches serpentineuses et amphiboliques, ont été suivies aussi par les épanchements métallifères, d'où résultent des lois de groupement remarquables pour les minerais de cuivre, plomb, argent et mercure.

M. Burat rapporte ces gîtes de minerais à trois types principaux : le premier, celui des dykes véritables et des amas éruptifs à gangue d'amphibole et d'yénite, comprend les amas de fer oxydulé et de fer oligiste de l'île d'Elbe, puis les dykes ou filons en stockwerke, plombifères et cuprifères du Campigliese; le second, celui des filons irréguliers de contact, placés entre les roches serpentineuses et les couches secondaires et pénétrant dans la serpentine elle-

même, renferme les filons de Monte-Catini, de Monte-Vaso, et de Rocca-Tederighi; le troisième est celui des couches quartzeuzes situées à la base du macigno ou de l'albérèse et pénétrées d'éléments métallifères. Chacun de ces types de gisement est assujetti à des lois constantes d'allure, de composition, et de relations géognostiques.

(P. 208.) « Le mode de gisement le plus ordinaire, le seul qui » puisse être considéré comme général, consiste en amas ou filons » irréguliers, placés au contact des serpentines avec les roches » qu'elles ont soulevées, et quelquefois dans la serpentine. Les mi- » nerais si intimement liés aux serpentines sont des cuivres pyri- » teux, panachés, quelquefois des cuivres natifs, oxydés, et des » cuivres gris; ils se trouvent en veinules ou en nodules disséminés » dans les argiles magnésiennes, et plus souvent dans des magmas » composés de fragments anguleux de roches qui forment les épontes » de certaines veines de contact. » Ces roches argileuses ou bréchiformes constituent en effet des filons ondulés, fort irréguliers dans leur allure et leur puissance, situés principalement entre les masses éruptives et les gabbros altérés. Les localités les plus célèbres par les exploitations anciennes et nouvelles sont Monte-Catini, Monte-Vaso, Monte-Castelli, dans le Volterrais, Rocca-Tederighi et Parri, dans le Massetano, et, vers le nord de la chaîne, Montenero, l'Impruneta, etc. De tous ces gîtes liés aux serpentines, celui de Monte-Catini, à l'ouest de Volterra, et qui domine la vallée de la Cecina, est le plus remarquable et le mieux connu.

Malgré certaines variations locales, le gisement de ces minerais est partout comparable, et les minerais peuvent être considérés (p. 239), soit comme immédiatement contenus dans les serpentines et apportés par elles, soit comme concentrés dans certaines fissures de contact, qui furent remplies par les débris du toit et du mur, par des émanations cuprifères et par des silicates magnésiens d'origine éruptive. Ainsi les émanations cuprifères qui ont suivi les éruptions serpentineuses ont subordonné à celles-ci toutes les circonstances qui accompagnent les gîtes auxquels elles ont donné lieu, et, comme il existe de ces minerais dans les masses serpentineuses, M. Burat en conclut que les roches magnésiennes de cette période ont eu une véritable influence sur la production des minerais. Il en a été de même pour les serpentines du nord de l'Italie et des régions alpines, qui se lient par leur âge et leur direction à celles de la Toscane. Ainsi les serpentines du Modénais et du Piémont conser-

vent les mêmes relations avec les minerais; mais au sud, dans les États romains, les gîtes métallifères disparaissent avec les serpentines.

L'île de Gorgona est formée de roches sédimentaires et de roches ignées. Les premières sont, dans la partie méridionale, des schistes talqueux ou luisants, dirigés S.-S.-E., dans la partie septentrionale, des schistes plus cristallins, courant au N. un peu O., et sans traces de fossiles; les secondes sont des masses serpentineuses peu développées, constituant un filon ou une masse allongée presque parallèle à la stratification et traversant une partie de l'île, entre le Scalo et la Cala-Martina. Cette roche, qui présente beaucoup de variétés, a profondément modifié les couches qu'elle a traversées, et elle peut être regardée comme du même âge que les serpentines de la Ligurie, de la Toscane et des îles voisines. Peut-être même serait-elle un prolongement de celle qui dans l'île d'Elbe se montre sur la côte de Pratesi. Quelques veines de quartz, avec mica ou talc, et d'un aspect granitoïde, que l'on observe sur divers points, peuvent aussi faire naître l'idée d'une relation avec les filons granitiques de l'île d'Elbe. M. L. Pareto (1) avait hésité à rapporter au *verrucano* ou au macigno les couches schisteuses traversées et modifiées par les serpentines; mais M. P. Savi (2), qui avait déjà étudié la Gorgona avec son frère (3), pense que les roches modifiées et en contact appartiennent au macigno, à cause de la présence partout ailleurs des serpentines dans ces mêmes couches et de leur absence dans le *verrucano*, opinion qu'ont appuyée MM. Nesti et Em. Repetti. Archipel Toscan. Ile de Gorgona.

L'île montueuse de Capraja peut être divisée en deux massifs: l'un dirigé N.-N.-E., S.-S.-O., dans le sens de la plus grande longueur de l'île; l'autre, moins considérable, allongé dans la même direction et séparé du précédent par une vallée. La chaîne occidentale atteint 448 mètres d'altitude au mont Castello, la chaîne orientale environ 300 au mont Campanile. Toute la circonférence de l'île n'est qu'une suite de rochers taillés à pic. Ile de Capraja.

Capraja est entièrement volcanique, et M. L. Pareto (4) y distingue des trachytes, des conglomérats ou tufs et des laves propre-

---

(1) *Sulla costituzione geognostica della Capraja e della Gorgona* (*Atti della terza riun.*, etc., p. 119); in-4, avec cartes et coupes. Florence, 1841. — *Bull.*, vol. XIII, p. 313. 1843.

(2) *Ibid.*, p. 120.

(3) *Giornale toscano*, n° 2.

(4) *Loc. cit.*

ment dites. Les trachytes se font remarquer par leur aspect massif avec quelques divisions pseudo-prismatiques. Elles offrent de nombreuses variétés grise, rose, violette, terreuse, compacte, etc.; quelques unes rappellent les argilophyres de l'Esterel ou les trachytes pyroxéniques de S.-Antioco en Sardaigne, d'autres les porphyres trachytiques du Mont-Dore, et quelques unes les basaltes.

Le conglomérat est formé de fragments plus ou moins gros, quelquefois très volumineux, de toutes les variétés de trachytes précédentes et de fragments de pumite. Les morceaux plus petits des mêmes roches constituent le ciment, et toute la masse semble passer au trachyte lui-même. Sa texture est terreuse ; ses teintes sont le rouge et le jaune, et la stratification est peu prononcée si même elle existe. Les laves ont, plus que les roches précédentes, l'aspect de coulées sorties d'une bouche dont il est difficile d'assigner aujourd'hui la place. Elles présentent aussi plusieurs variétés bien distinctes des trachytes et des conglomérats.

Les trachytes qui composent la masse principale de Capraja occupent toutes les hauteurs, depuis la pointe nord jusqu'à celle du sud, et des fissures assez régulières leur donnent une fausse apparence de stratification. Ces fissures sont verticales ou très obliques; mais, vu dans son ensemble, le massif trachytique paraît incliner du centre de l'île vers ses bords. Bien que les trachytes semblent être inférieurs au tuf, on voit le long des côtes des filons ou dykes traverser ce dernier et venir s'étendre en nappes au-dessus.

Après avoir fait observer qu'il n'y a point de trachyte dans l'île d'Elbe, mais qu'il en existe quelques traces en Toscane, dans le Campigliese, à la Rocca-Tederighi, à Sasso-Forte, à l'est de Massa, et au mont Amiata, M. Pareto ajoute que la Capraja, quoique isolée, est cependant en relation avec certains phénomènes de la Toscane et qu'elle est la masse volcanique la plus septentrionale des côtes d'Italie. C'est aussi entre le 43ᵉ et le 44ᵉ degré de latitude que nous avons vu les trachytes et les conglomérats des environs d'Antibes et de Vaugranier, les basaltes de Saint-Tropez, d'Ollioules, de Beaulieu, de Montpellier à Agde, etc., points qui sont tous alignés de l'E. quelques degrés N. à l'O. quelques degrés S., et dont on retrouve des rudiments dans la Maremme de la Toscane. Aucun dépôt sédimentaire ne peut servir de chronomètre pour juger de l'âge des trachytes de l'île de Capraja; mais M. Pareto, par analogie, les regarde comme étant contemporains de ceux des Etats romains, d'une part, et du centre de la France, de l'autre.

L'île d'Elbe était déjà célèbre par ses mines de fer aux temps d'Aristote et de Strabon ; Virgile la mentionne sous le nom d'*Ilva*, qu'elle portait alors. Ile d'Elbe. Généralités.

> . . . . *Ast Ilva trecentos,*
> *Insula inexhaustis chalybum generosa metallis* (1).

Or, si depuis Alexandre jusqu'à nous les travaux qu'on y a exécutés n'ont produit que des excavations insignifiantes dans la masse de minerai, on voit que ce petit point du globe renferme à lui seul des richesses qui peuvent encore alimenter l'industrie pour un laps de temps incalculable. Les exploitations anciennes paraissent avoir été concentrées dans une seule localité, la montagne de Rio.

Nous avons dit quelques mots (*antè*, p. 150) du calcaire albérèse et du grès du macigno avec silex et Fucoïdes, dont les couches, plus ou moins modifiées, occupent plus de la moitié de la surface de l'île, et nous ne ferons que mentionner celles du *verrucano*, tellement transformées qu'il est assez difficile de se prononcer sur leur âge. Mais il suffit que les produits ignés de l'île soient, comme ceux de la Toscane, plus récents que le macigno, pour que nous devions les décrire ici.

L'île d'Elbe, allongée de l'E. à l'O., est formée de deux massifs montagneux que sépare une région moins élevée. Ces massifs, isolés de la chaîne métallifère de la Toscane par le canal de Piombino, s'y rattachent néanmoins par une identité complète des roches constituantes (2). Le massif occidental, ou du mont Capanne, très simple dans sa forme, atteint près de 1000 mètres d'élévation, et est exclusivement composé de roches feldspathiques ; le massif oriental, formé de montagnes entassées confusément, présente au contraire un relief très compliqué ; ses roches sont très variées, et parmi elles les serpentines jouent le principal rôle. Dans l'un et l'autre massif, les produits ignés des deux époques ont soulevé et brisé les dépôts sédimentaires. Vers les points extrêmes, les roches serpentineuses et feldspathiques sont assez nettement séparées et indépendantes,

---

(1) *Æn.*, liv. X, v. 174.

> Ilva, qui des métaux est la mine féconde,
> Ilva, qui pour ceinture a l'empire de l'onde,
> Y joint trois cents guerriers exercés aux combats.
> (Trad. de DELILLE.)

(2) A. Burat, *Théorie des gîtes métallifères*, p. 247 ; in-8. Paris, 1845.

mais dans la région intermédiaire les produits de ces deux éruptions sont en contact, et les roches feldspathiques coupent en plusieurs endroits les serpentines qui traversent elles-mêmes le macigno.

L'année 1841 fut féconde en travaux géologiques sur l'île d'Elbe : M. Kranz publia un mémoire allemand ; M. Savi en donna un en italien, et M. Studer un troisième en français. Dans sa *Description géologique de l'île d'Elbe* (1), M. Kranz divise l'île en trois parties : 1° la partie orientale où dominent les schistes et les calcaires secondaires, les roches métamorphiques micacées et dioritiques ; 2° la partie moyenne, composée de granite porphyrique et de schistes arénacés des Apennins ; 3° la partie occidentale, qui est granitique. L'auteur signale quatre principaux amas de fer, alignés dans le sens du méridien, et il entre ensuite dans une multitude de détails fort instructifs sur les diverses roches, les phénomènes de contact, les gîtes métallifères, etc.

Roches serpentineuses. De son côté, M. P. Savi (2) distingue trois sortes de roches pyrogènes : les roches serpentineuses, les roches granitiques et les roches ferriques. Les roches serpentineuses, perçant à travers le calcaire et le macigno, sont alignées du N.-O. au S.-E., comme sur le continent. On y remarque trois séries parallèles et quelques masses enveloppées dans la roche granitique de la montagne de la Marciana. D'après M. Studer (3), les roches qui appartiennent à ce groupe sont la serpentine homogène ou diallagique, l'euphotide, et des roches amphiboliques massives ou schistoïdes, grenues ou fibreuses, et passant à l'état compacte. Il y a, de plus, des roches intermédiaires entre les véritables produits ignés et les couches de sédiment, qui sont un résultat de métamorphisme, bien qu'on ne les observe pas toujours au contact des premiers. Une de ces altérations les plus fréquentes dans le canton des Grisons et entre Gênes et Savone, celle des schistes marneux gris à Fucoïdes, désignés par l'auteur sous le nom de *schistes verts* (schistes chloritiques, schistes talqueux, stéachistes et schistes diallagiques), n'est cependant pas bien prononcée en Toscane ni dans l'île d'Elbe.

Roches granitiques. Les granites forment une série en ligne droite, dirigée E. O.,

(1) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XV, p. 347, avec carte et coupes. 1841.

(2) *Atti della terza riunione*, etc. ; in-4, p. 179. Florence, 1841.

(3) *Bull.*, vol. XII, p. 279, avec carte et coupes. 1841. — *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 232.

commençant avec les montagnes de l'ouest, pour se terminer avec les filons injectés dans le mont Calamita. Cette direction est à peu près celle des trachytes de la Capraja et de la Toscane. Ces granites sont très variés, et celui du cap de l'Enfola ressemble au trachyte du Campigliese ; aussi M. Savi (1) est-il porté à admettre, avec les anciens auteurs, la contemporanéité de ces deux roches. Leurs différences actuelles résulteraient seulement de circonstances différentes dans leur refroidissement. On sait qu'en 1832 le même savant signala le premier l'existence des filons de granite dans la serpentine vers San-Pietro-in-Campo, près de Marciana, etc. Le granite, qui occupe la partie occidentale de l'île et passe à des porphyres granitiques, est donc une des roches les moins anciennes du pays, puisqu'il pénètre non seulement en filons dans les calcaires et dans le macigno à Fucoïdes qu'il recouvre par places, mais encore dans les roches serpentineuses qui leur sont postérieures. Différant en cela des granites de la Corse que nous verrons s'arrêter contre ces deux roches, il paraît être du même âge que les granites des îles voisines de Capraja et de Giglio (2).

Roches modifiées.

M. Studer a décrit les roches de l'île d'Elbe en commençant par celles de Porto-Ferrajo, qui sont du gabbro-rosso, des serpentines, des euphotides, des schistes marneux et du macigno très altérés, puis des calcaires albérèse également très modifiés. A la Garde de l'Enfola, une grande masse de flysch ou de macigno est enclavée dans des roches feldspathiques. A la pointe de Crocetta, à l'est de la Marina di Marciana, une serpentine diallagique domine le rivage et est remplacée plus loin par un flysch très altéré, véritable gabbro-rosso entrelacé de parties serpentineuses, et traversé par un filon de porphyre granitoïde, de 4 mètres d'épaisseur. Ce filon se rattache à la grande masse trachytique de l'intérieur de l'île, et s'est épanché sur les serpentines, le gabbro-rosso et les roches sédimentaires voisines. Il en est de même à Marcotone, où le gabbro-rosso prend une structure variolitique. En cet endroit comme à l'Enfola, l'influence du porphyre granitoïde sur les roches traversées semble avoir été presque nulle.

Les roches des environs de Pratesi, de Pomone, de San-Pietro, de Sant-Ilario, de Pila et de Campo présentent des associations, des alternances ou des modifications semblables aux précédentes. Dans

(1) P. Savi, *loc. cit.*
(2) Studer, *loc. cit.*

la partie orientale de l'île, où domine le *verrucano*, fréquemment traversé par des filons de granite, ceux-ci sont toujours nettement séparés de la roche encaissante, qui tantôt est un schiste argileux gris foncé, très tenace, tantôt passe au gneiss, au stéaschiste ou à des schistes dioritiques.

Au cap Calamita, on observe une large zone de calcaire du macigno, s'élevant en forme de plein cintre au milieu du *verrucano* qui l'entoure à l'extérieur, tandis qu'à l'intérieur est un mélange de roches amphiboliques, de liévrite (yénite ou ilvaïte), de substances métalliques, de *verrucano* métamorphosé en gypse, etc. Le calcaire du macigno, devenu dolomitique, est courbé en arceaux dont le sommet atteint près de 100 mètres de hauteur, et dont les deux extrémités plongent dans la mer. La masse centrale est composée de fer oxydulé et d'hématites compactes qui, au contact du calcaire, sont accompagnés d'yénites et d'amphibole. Il semble, dit le savant géologue à qui nous empruntons ces détails, que les agents souterrains, des émanations gazeuses, des sublimations métalliques et autres, aient pénétré cette masse inférieure de *verrucano*, l'aient changée en roche amphibolique, et qu'à la suite de l'augmentation de volume qui a dû en résulter, toutes les couches supérieures aient été forcées de se courber en voûte au-dessus d'elle. Ces phénomènes paraissent avoir été dépendants les uns des autres et postérieurs au macigno, mais contemporains des changements éprouvés par ce même macigno sur les autres points où il passe au gabbro-rosso serpentineux (1).

---

(1) M. Studer avait indiqué cet accident remarquable dans un croquis (*Bull.*, vol. XII, p. 291, pl. 8); mais le dessin donné par M. A. Burat (*Théorie des gisements métallifères*, p. 253, pl. 10) est infiniment plus complet et ne laisse rien à désirer pour son exactitude.

Voyez, pour la liste des espèces minérales qui se trouvent dans les roches granitiques de l'île d'Elbe : *Atti della terza riunione degli scienz. ital.*, p. 139; in-4. Florence, 1841. — Coquand, *Note sur les substances rayonnées fibreuses qui accompagnent les minerais de fer, de cuivre et de plomb dans la Campigliese et l'île d'Elbe* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 671, 1849). — Kranz, *Sur les minéraux dans les druses des filons granitiques de San-Pietro* (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XV, p. 399, 1841). — De Meyer, *Gouttes d'eau dans du quartz hyalin de l'île d'Elbe* (*Verhandl. d. Schw. naturf. Ges.*; Zurich, août 1841-42, p. 324). — G. Giuli, *Progetto d'una carta geognostica ed orictonostica della Toscana*, ed. 2ᵃ. 1835.

Si nous examinons actuellement les *roches ferriques* de M. Savi, nous trouverons, comme le dit M. A. Burat (1), que les gîtes de minerai sont liés aux serpentines par des rapports géographiques assez remarquables ; tous sont, en effet, concentrés dans le massif oriental, tandis que le massif de la Capanne en est entièrement dépourvu. Ici, comme dans la partie continentale de la chaîne, les serpentines et leurs annexes sont les véritables roches métallifères. Roches ferriques.

A la minière de Rio, à l'est de l'île, on reconnaît, continue M. Savi (2), que les couches inférieures qui bordent la côte sont des grès quartzo-talqueux et des schistes siliceux magnésiens, verdâtres ou rougeâtres, dépendant du *verrucano*, et que les couches supérieures que l'on suit vers Santa-Catarina sont des calcaires compactes, altérés par places, caverneux et remplis de pyrites. C'est entre ce calcaire et le *verrucano*, ressemblant d'ailleurs beaucoup aux parties métamorphiques des couches à Fucoïdes du continent, qu'est intercalée la grande masse de fer oligiste et d'hématite compacte qui constitue la minière de Rio, et que l'on exploite à ciel ouvert, à différents niveaux, jusqu'à la Marina. Malgré l'opinion contraire émise par plusieurs géologues, l'auteur la regarde comme un filon très puissant, ou mieux, comme la réunion de plusieurs gros filons qui ont traversé en divers sens les grès et les schistes placés sous les calcaires, et dont ils enveloppent encore des fragments considérables. Ainsi on a constaté dans les travaux l'existence de strates puissants (*corda* des mineurs), de schistes siliceux dont la direction est celle des couches inférieures de la montagne. A la Cavina du cap de Pero, on voit clairement les filons de fer s'élever et traverser les couches de grès.

M. A. Burat (3), qui a décrit aussi la minière de Rio et en a donné une vue très satisfaisante, insiste également sur ce que ces minerais sont dus à des sublimations ou à des éruptions métallifères produites suivant le sens des couches relevées et entre leurs plans de stratification. On peut observer dans les exploitations l'enchevêtrement des roches stratifiées avec la masse métallifère. Entre l'espace évidé de deux chantiers d'abatage on voit en plusieurs points s'élever des couches de schistes verdâtres qui isolent ainsi les cheminées par lesquelles l'action métamorphique s'est exercée

(1) *Loc. cit.*, p. 248.
(2) *Sulla miniera di ferro dell'Elba*; in-8. Pise, 1836.
(3) *Loc. cit.*, p. 250, pl. 9.

sur les roches encaissantes, a abandonné les produits métalliques, et a donné lieu à la formation de roches mixtes comme les yénites.

Parmi les variétés de fer exploitées, M. Savi distingue le *ferro di vigna*, ou masses de fer hématite oxydulé ou oligiste arrachées au sous-sol dans la culture des vignes et des champs ; le *ferrino* et la *puleta*, qui se recueillent sur la plage et qui sont le résultat du lavage naturel par les vagues des minerais entraînés par les pluies et les ruisseaux. La *puleta* est la partie la plus fine de ce lavage, et le *ferrino* la partie la plus grossière. Les minerais que fournit l'île d'Elbe donnent des fers de qualités différentes, et chacun d'eux a des propriétés métallurgiques qui varient suivant qu'ils sont plus ou moins facilement réductibles et produisent des *fers doux* ou des *fers crus*. Dans la monographie de ces minerais, l'auteur établit comme espèces distinctes et renfermant chacune un certain nombre de variétés et de sous-variétés : le fer oxydulé, le fer oligiste, le fer oxydé brun, le fer oxydé rouge, le fer arsenical, le fer sulfuré jaune et le fer silicéo-calcaire.

Les minières de Rio et de Capo di Pero sont dans le fer oligiste dont l'injection au milieu des roches calcaires a eu des effets semblables à ceux que l'on remarque en Toscane. Elles ont changé le calcaire compacte en marbre cristallin, en *baukalc*, et la combinaison du fer avec les éléments de roches sédimentaires aurait produit l'ilvaïte (liévrite ou yénite), quelques wackes, de l'amphibole, de l'asbeste et du talc (Torre di Rio, Punta Nera, mont Calamita, etc.). Par suite de l'action de la roche ignée, la masse calcaire, ayant pu éprouver une sorte de ramollissement, aurait favorisé la formation de minéraux cristallisés, réunis ou groupés de diverses manières. Ces injections ferrifères ont été comparées par M. Pasini (1) à celles d'Agordo, dans les Alpes vénitiennes, où la pyrite cuivreuse, passant à une roche de quartz à petits grains, a soulevé le micaschiste, le grès et le calcaire jurassique, en modifiant ces roches et en y développant diverses substances minérales.

Si nous nous reportons actuellement avec M. A. Burat (2) aux produits métallifères du Campigliese, qui ont eu une part évidente dans l'état actuel du relief de la contrée, nous reconnaîtrons une analogie frappante entre eux et les masses ferrifères de l'île d'Elbe. Dans les deux pays, les roches métallifères auraient joué le rôle de

---

(1) *Atti della terza riunione*, etc., p. 186 ; in-4. Florence, 1841.
(2) *Loc. cit.*, p. 257.

roches d'éruption et soulevantes; mais comme le massif oriental de l'île d'Elbe où elles dominent affecte une direction N., S., qui n'est point celle des serpentines dont l'ensemble s'aligne comme les Apennins O. 15° N., l'auteur est porté à regarder toutes ces roches ignées qui affleurent vers le périmètre du massif, comme ayant déterminé la sur-élévation du sol et son relief parallèle aux arêtes des collines du Campigliese. S'il y avait quelque relation entre les granites et les éruptions métallifères, rien ne serait plus facile que de la constater ici; mais on peut s'assurer presque partout que cette relation n'existe pas, tandis que la postériorité des granites aux roches serpentineuses est prouvée par une infinité d'exemples où les premiers pénètrent dans les secondes.

« Enfin, l'accumulation dans l'île d'Elbe (p. 261) de trois époques » d'éruption si distinctes par les roches qu'elles ont produites : celle » des serpentines, celle des minerais accompagnés d'amphibole et » d'yénite, et celle des roches granitiques, est un fait qui se reproduit » sur beaucoup d'autres points de la chaîne métallifère, et est assez » général pour toutes les séries de roches éruptives qui se suivent » sans être séparées par de longues périodes géologiques. Pendant » cette série d'éruption qui embrasse toute l'époque tertiaire, il » semble que les foyers souterrains se soient rapprochés de la sur- » face, d'une manière inusitée, sous toute la région occupée par la » chaîne métallifère. . . . . . . et c'est sans doute à ce rappro- » chement des foyers souterrains qu'il faut attribuer l'émission des » granites à une époque si moderne, espèce de retour vers l'époque » géognostique la plus ancienne, alors que la surface du globe était » également séparée du foyer central par une faible épaisseur. »

Age et direction des roches et des filons.

M. de Collegno (1), en étudiant aussi cette île, s'est particulièrement occupé de la direction des divers accidents du sol, et s'est attaché à distinguer plusieurs roches granitiques qui auraient été méconnues ou confondues par ses prédécesseurs. L'île d'Elbe se compose pour lui de trois massifs, dont deux placés à l'E. sont allongés dans le sens du méridien. La direction du système de soulèvement des Apennins (O. 15° N.) est également prononcée sur plusieurs points; c'est celle du cap de l'Enfola et d'un dyke granitique qui court parallèlement à la côte et se continue, à travers le calcaire et le grès à Fucoïdes, du cap de l'Enfola jusqu'au fort du mont Albaro, pour se rattacher ensuite au S.-O. à la grande masse de la

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 26. 1847.

Capanne. Partout les caractères du granite sont les mêmes : c'est une roche gris verdâtre, souvent porphyroïde, à très grands cristaux de feldspath.

Au fond du golfe de Procchio, un dyke de granite, qui se relie au massif précédent, est coupé par un filon vertical peu épais, dirigé exactement N., S. Il est formé d'une roche à gros éléments et où dominent le quartz et la tourmaline. Sa facile désagrégation permet de le suivre jusqu'à la mer d'une part, et assez loin dans les terres de l'autre. Le même fait s'observe moins distinctement à la vérité, mais sur une beaucoup plus grande échelle, autour de la Capanne, surtout à San-Pietro in Campo, et à Sant-Ilario, où les filons N., S. constituent une pegmatique souvent porphyroïde, célèbre par la quantité de substances cristallisées qu'on y recueille. En cet endroit, les filons N., S. pénètrent, sans éprouver aucune déviation, dans le granite porphyroïde et les serpentines, ainsi qu'à travers les roches sédimentaires plus ou moins modifiées dans lesquelles on reconnaît encore les principaux caractères du macigno et de l'albérèse.

Cette direction N., S. est aussi celle de la grande masse de fer qui paraît traverser toute la partie orientale de l'île, et dont les gisements du cap Calamita, de la Marina di Rio, du cap de Pero, etc., sont autant d'affleurements. Les couches d'albérèse à Fucoïdes et de macigno de Capolivieri, celles des diverses roches métamorphiques entre ce village et le cap Calamita ont encore une direction N., S. Ainsi les filons et les principaux accidents de l'île se rapportent à deux directions : l'une O. 15° à 20° N., l'autre N., S. et plus récente.

On a vu (*antè*, vol. II, p. 227) que M. de Collegno rapportait les couches arénacées horizontales de Viticcio, Scalieri et Capo della Vita à la période sub-apennine, tandis que nous les regardions comme quaternaires, ce qui n'infirme point d'ailleurs absolument sa conclusion, que les filons N., S. régulièrement recouverts par ces dépôts sont antérieurs à la formation sub-apennine. De plus, rattachant ces faits à la loi du parallélisme des chaînes et des filons contemporains, développée par M. Élie de Beaumont, l'auteur trouve que « les granites porphyroïdes et les serpentines de l'île d'Elbe ont fait éruption lors du soulèvement des Apennins toscans, et que l'apparition des pegmatites et des diverses masses de fer oxydulé, oligiste, etc., a été contemporaine du soulèvement des îles de Corse et de Sardaigne. »

Ainsi, dans le premier cas, les serpentines et les granites auraient paru simultanément, comme nous verrons qu'on l'avait déjà avancé,

et dans le second la même île aurait vu s'élever à l'ouest les filons de pegmatite et à l'est les produits ferriques! Mais ces conclusions du savant géologue italien, qui a pu constater l'existence d'un quatrième phénomène igné méconnu par tous ses prédécesseurs, sont-elles suffisamment démontrées? La réunion des serpentines avec la masse principale des granites que nous avons vue traversée par elles et la contemporanéité des filons de pegmatite avec les éruptions de fer, ou en d'autres termes le groupement deux à deux de ces quatre phénomènes, d'après la seule similitude des directions et contrairement à l'opinion de M. Burat et des autres géologues, ne sont-elles pas détruites par la postériorité évidente d'une de ces roches à l'autre dans le premier cas, et par la différence complète des caractères minéralogiques dans tous deux? Pour justifier cette double conclusion, il semble qu'il eût fallu prouver: 1° la liaison et la contemporanéité des anciens granites du mont Capanne avec les serpentines; 2° que les filons cités par d'autres géologues comme traversant ces mêmes serpentines appartenaient tous à la seconde éruption de granite; 3° qu'il y avait une relation directe, autre que la direction, entre ces derniers produits granitiques de l'ouest et les éruptions ferriques de l'est.

M. Coquand (1), qui a visité plusieurs des localités citées par M. de Collegno, ne paraît pas avoir observé les mêmes faits, du moins ne fait-il aucune allusion aux conclusions de son prédécesseur. Seulement il cite dans le voisinage de Procchio un filon d'antimoine suivant d'abord la ligne de séparation du granite et des schistes cristallins, et pénétrant ensuite dans le granite. Entre ce même golfe et la Pila, de puissants amas de fer hydroxydé et de manganèse sont intimement liés aux granites, et dans le massif de la Capanne, plus au nord, un filon de fer arsenical est également engagé dans le granite.

Des filons de fer encaissés dans les granites de l'île de Giglio, et sur plusieurs points de la Toscane, prouveraient que les granites de ce pays ne sont pas aussi stériles en produits métalliques que le pensait M. Burat, et qu'après l'apparition des granites un dernier ordre de phénomènes d'injection s'est réellement produit. Nous ferons remarquer ici, relativement à l'âge du filon antimonifère de Pereta (province de Grossetto), si bien décrit par M. Coquand, que ce n'est

(1) *Des solfatares, des alunières et des lagoni de la Toscane* (*Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 100, *nota*, 1849).

point, comme le dit l'autêur (p. 102 et 105), parce que ce filon traverse le macigno, qu'il est l'une des émanations de ce genre les plus récentes du globe, car tous les gîtes de la région métallifère associés aux serpentines sont dans ce cas, ces roches pénétrant partout le macigno, mais bien parce que ce filon est assimilé, quant à son âge, à ceux qui percent des roches feldspathiques ou des granites reconnus plus récents que ces mêmes serpentines.

Ile de Monte-Cristo. Il y a, dit M. Studer (1), une relation naturelle entre les granites de l'île d'Elbe et de l'île de Capraja, d'une part, et ceux des îles élevées de Monte-Cristo et de Giglio de l'autre. Les granites de Capraja et de Giglio sont, comme ceux de l'île d'Elbe, liés à des serpentines, et dans ceux de Giglio et de Monte-Cristo on trouve les mêmes tourmalines noires, vertes et rouges qui distinguent le granite de l'île d'Elbe. Le massif granitique ainsi étendu s'aligne à peu près avec la côte voisine du continent, et cette direction, qui lui est commune avec les serpentines, semble annoncer, de même que l'association constante des deux roches, une connexion plus que fortuite entre ces deux massifs ignés. Cette manière de voir exprimée en 1841 par le savant professeur de Berne se rapproche donc sensiblement de celle qu'a émise M. de Collegno six ans plus tard, et est sujette aux mêmes objections.

L'île de Monte-Cristo, au sud-est de celle de Pianosa, dont nous avons parlé (*antè*, vol. II, p. 279), avait été déjà décrite par Warington Smyth, lorsqu'elle fut étudiée de nouveau par M. L. Pareto (2). C'est une montagne qui s'élève abruptement de la mer et dont le point culminant, situé à la partie nord-est, atteint 824 mètres d'altitude. Elle est formée de roches granitiques, à l'exception de quelques lambeaux de schistes modifiés, traversés et enveloppés par les produits ignés. Le granite principal est porphyroïde, gris ou rougeâtre, à grain plus ou moins fin et avec de grands cristaux d'orthose. Il est divisé en masses globulaires, polyédriques ou tabulaires, et pénétré en tous sens par une multitude de veines de granite à petit grain, non porphyroïde. A la Punta-Nera ou del Diavolo, on voit un dyke puissant d'eurite porphyroïde courant

(1) *Bull.*, vol. XII, p. 289. 1841.

(2) *Sulla costituzione geol.*, etc. Sur la constitution géologique des îles de Pianosa, Giglio, Giannutri, Monte-Cristo et Fourmies de Grossetto (*Atti della quinta riunione*, etc., Pise, 1845; — *Ann. dell' I. e R. università di Pisa*, vol. I, 1844-45, avec cartes et coupes)

E.-S.-E., et, dans la même localité, le granite enveloppe des lambeaux de roches stratifiées verdâtres, siliceuses, quelquefois schisteuses, avec épidote et pyrite de fer. Ces roches sont semblables à celles du Campo-Alafano de l'île d'Elbe, regardées comme du macigno modifié par les serpentines. De plus, les granites précédents ressemblent à ceux de l'île d'Elbe, le long du golfe de Viticcio à l'Enfola et vers le *Seccheto e Pomonte*.

Comme la précédente, l'île de Giglio n'est guère qu'une montagne dont les points culminants, alignés du N.-O. au S.-E., atteignent de 396 à 486 mètres au-dessus de la mer. Excepté la partie occidentale qui forme un promontoire avancé appelé Franco, tout le reste est composé de granite gris ou rougeâtre, à grain moyen ou à petit grain. La côte sud-ouest du golfe de Campese montre, succédant au granite et au milieu d'une masse énorme de fragments calcaires, un calcaire poreux, stratifié, gris blanchâtre, avec des bancs d'un calcaire gris, sub-cristallin, enveloppés par un schiste gris, presque brillant. Au-dessus vient un autre schiste luisant, puis de nouveau le calcaire poreux et les bancs calcaires plus ou moins grenus et jaunâtres. Au delà de la pointe de Fariglione, les couches inférieures aux précédentes sont des bancs puissants de quartz talqueux, vert clair, avec des schistes verts, onctueux, et d'autres violets plongeant à l'E. ou vers la montagne et semblables au *verrucano* le mieux caractérisé de la Toscane. Ile de Giglio.

A la partie ouest et sud-ouest du promontoire de Franco, on remarque, au-dessus du *verrucano* et probablement à la base du calcaire poreux, une masse de gypse saccharoïde peu étendue. Non loin, un filon d'euphotide ou de serpentine diallagique traverse les schistes et une partie du calcaire pour se réunir à une autre masse verte semblable, qui est plus à l'est, près de la région granitique. Au fond de l'anse dell'Allume, dans le voisinage du granite, est un filon de fer avec quartz sulfuré et fer oligiste, et une source sulfureuse s'échappe à peu de distance. Le *verrucano* et les couches calcaires sont antérieurs à la sortie des granites, et les filons ferrugineux sont ici, comme à l'île d'Elbe, plus récents que toutes ces roches. On n'y observe pas, d'ailleurs, le granite porphyroïde de cette dernière île et de Monte-Cristo, ni le macigno, tandis que le granite ressemble davantage à celui de la partie orientale de l'île d'Elbe, là où se trouvent le *verrucano* et les minerais de fer.

Quant à l'île de Giannutri et aux îlots appelés les Fourmies, ils sont composés de calcaires secondaires sans interposition de roches

ignées, et n'ont de commun avec les précédentes que leur direction S.-S.-E., qui domine aussi dans tous les accidents orographiques de cette côte de la péninsule italique.

États romains. Serpentines. M. D. Santagata a publié des *Observations géologiques sur les roches serpentineuses du Bolonais* (1), et M. G. Bianconi (2) a décrit la masse gigantesque de serpentines et d'euphotides qui percent çà et là les schistes calcaires et marneux à Fucoïdes du versant nord-ouest de l'Apennin, où elles occupent des surfaces dont la stérilité les fait reconnaître de loin. Elles ont soulevé, disloqué et enveloppé des fragments de ces couches après les avoir brisées, et les bancs calcaires ou marneux sur lesquels elles se sont épanchées ont été changés en thermantides, particulièrement à Monte-Beni, près de Pietra-Mala.

Lorsqu'on s'éloigne du haut Apennin, ces roches s'altèrent, se décomposent, et l'on ne trouve plus que les argiles rouges, écailleuses, qui les accompagnent constamment dans ce pays, enveloppant aussi des fragments de calcaire à Fucoïdes, de macigno, etc. Ces argiles paraissent entourer des masses très considérables et même des montagnes de gypse dont la base et le *substratum* ne sont point connus, mais dont la roche diffère essentiellement des gypses à empreintes de plantes. Ces derniers, lamellaires ou grenus, en couches horizontales et parallèles, alternent avec des marnes fossilifères, riches surtout en empreintes de Fougères, tandis que les précédents, plus laminaires ou cristallisés en fer de lance, constituant des masses divisées en grands polyèdres contigus, renferment des fragments de calcaire à Fucoïdes, des veines d'argile écailleuse et bitumineuse qui s'y ramifient, des veines et des amas de soufre, plus rarement des bois altérés, et semblent se rattacher directement à l'apparition des serpentines comme à l'existence des argiles rouges. Dans le voisinage des mines de soufre, le gypse forme des bancs redressés, souvent ondulés, et dont les feuillets sont parallèles ou bien contournés autour du soufre. Ces bancs alternent aussi avec des marnes fétides sans fossiles, et avec des argiles écailleuses près du soufre exploité dans le Casenate, l'Urbinate, etc.

Le point le plus oriental où la serpentine ait été signalée jusqu'à

(1) *Tre discorsi*. Bologne, 1837-38.

(2) *Essai sur la constitution physique de l'Apennin* (*Storia naturale dei terreni ardenti, dei vulcani fangosi*, etc., in-8 ; Bologne, 1840).

présent en Italie, se trouve, suivant M. E. Repetti (1), dans la haute vallée du Tibre et le point le plus méridional est à la partie nord du mont Argentaro ; deux petites masses existent au milieu des trachytes du mont Amiata (Toscane), et d'autres au nord de cette montagne, à Castiglione d'Oxcia, etc. Toutes sont antérieures aux trachytes, comme on le voit à la Rocca-Tederighi, où elles ont été traversées par ces derniers. Il n'y en a point dans les États romains proprement dits.

Les produits volcaniques de ce dernier pays occupent une surface elliptique, extrêmement allongée, dont le grand axe, dirigé exactement N.-O., S.-E., s'étend du mont Amiata jusqu'à l'extrémité des marais Pontins, sur une longueur de 28 myriamètres, et dont le petit axe, à la hauteur du lac de Bracciano, serait de 5 myriamètres et demi. Le mont Amiata, au nord, se trouve isolé et séparé du massif principal par des roches de sédiment ; au sud, les anciens volcans des environs de Frosinone, dans la vallée Latine, ou du Garigliano, se rattacheraient plutôt à ceux de la Campanie, si, comme on l'a dit (2), le sous-sol des marais Pontins est composé de cendres, de tufs, de pumite ou de pouzzolane, dont l'épaisseur augmente à mesure qu'on se rapproche de Velletri. Les lacs de Bolsena, de Vico, de Bracciano, la ville de Rome et le massif volcanique d'Albano sont disposés à peu près suivant le grand axe de l'ellipse dont nous avons parlé. Cette courbe est limitée à l'O. par la Fiora et par la mer, au N. et à l'E. par la Paglia et le Tibre jusqu'à Campanecie, et de ce point aux marais Pontins par une ligne faiblement arquée et flexueuse passant par Tivoli, Palestrina, Segni et Terracine (3). Roches volcaniques anciennes.

On a vu (*antè*, vol. II, p. 277 et 797) quels étaient les dépôts tertiaires traversés ou recouverts par les produits ignés, et les sédiments quaternaires avec lesquels ceux-ci semblent être en rapport,

(1) *Atti della terza riunione degli scienz. italiani*, p. 133; in-4. Florence, 1841. — *Dizionario geogr. fisico, storico della Toscana*, art. *Pieve di San Stefano.*

(2) L. Pilla, *Osservazioni geognostiche*, etc. Observations géognostiques de Naples à Rome, in-8; Naples, 1834.

(3) Voyez aussi, pour suivre la description que nous donnons de ce pays : De Collegno, *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, une feuille. 1844. — Haidinger, *Geognostische Karte oesterreichischen Kaiserstaates.* 1846. — J. Sheda, *id.* réduite. 1847. — Et surtout G. Ponzi, *Passage de la zone volcanique à travers les États romains* (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 468, pl. 7. 1850).

de manière à pouvoir fixer l'âge relatif des uns et des autres; aussi n'y reviendrons-nous point ici. Nous commencerons l'examen des roches volcaniques par le nord, où nous trouvons, sur la limite de la Toscane et des États romains, le dôme trachytique du mont Amiata, élevé de 1770 mètres au-dessus de la mer, et complétement entouré de calcaires compactes ou argileux et de schistes du macigno fortement altérés avec deux petits massifs de serpentine. Ces trachytes font suite à ceux de Castagneto, de Donoratico, de San-Vicenzo, de Rocca-Tederighi, et de Rocca-Strada, en Toscane, où ils ont coupé comme des filons les roches sédimentaires avec les serpentines, les euphotides et les ophites, ont soulevé des couches lacustres, et ont produit des gypses et des rauchwackes, roches qui ressemblent plutôt au *verrucano* qu'au macigno.

Si l'on se dirige au S.-E., dit M. L. Pareto (1), on ne rencontre plus les trachytes avant Viterbe. Au nord de la ville et vers Vitorchiano et Soriano, cette roche très développée, blanchâtre et vitreuse, renferme beaucoup de ryacolite et de mica noir. La montagne de Soriano atteint 1072 mètres d'altitude et forme de ce côté l'extrémité de la chaîne des monts Cimini, dont celle de Sasso est la limite méridionale. Une autre masse de trachyte appartenant à cette chaîne est celle de la Manziana qui constitue, sur la rive occidentale du lac de Bracciano, une sorte de coupole au-dessus du tuf volcanique environnant. Les trachytes de Sasso, sur le prolongement des précédents, semblent se lier à ceux de la Tolfa dont le Sasso ne serait même qu'une des extrémités, les deux chaînons de la Tolfa et des Cimini pouvant être considérés comme s'y réunissant; néanmoins la disposition de ces divers massifs trachytiques ne paraît pas suivre une loi constante, quoiqu'ils semblent s'allonger du N. au S., car les masses de la Tolfa et de Civita-Vecchia se trouvent placées sur une ligne presque perpendiculaire à celle-ci.

Au lieu d'étudier séparément les roches produites exclusivement et immédiatement par les agents souterrains et celles qui, bien qu'ayant une origine ignée, ont été remaniées, puis stratifiées par les eaux, M. Pareto les a décrites ensemble en suivant un ordre géographique que nous adopterons, tout en tenant compte des observations recueillies par d'autres géologues.

---

(1) *Osservazioni geologiche dal monte Amiata a Roma*. Observations géologiques du mont Amiata à Rome (*Giorn. Arcadico*, vol. C, n° de juillet 1844; Rome, 1844). — *Atti della terza riun.*, etc., p. 175, in-4. Florence, 1841.

Lorsqu'on vient de la Toscane, la première masse volcanique que l'on rencontre sur la route est celle de Radicofani, à l'est du mont Amiata. C'est une colline de téphrine, de teinte foncée, poreuse ou compacte, avec hyalite, et divisée grossièrement en prismes ou en colonnes qui reposent sur les marnes tertiaires sub-apennines accompagnées de lits de cailloux. Des blocs et des fragments nombreux et plus ou moins volumineux se voient tout autour, mais nulle part on n'aperçoit l'orifice par lequel les matières ignées se sont fait jour. L. Pilla (1) croyait que ce volcan avait dû brûler sous la mer, avant que ses eaux se fussent entièrement retirées du pays, et que ses éruptions, beaucoup plus anciennes que celles du Latium, étaient antérieures aux marnes sub-apennines; mais un examen plus attentif n'a point confirmé cette opinion.

Environs de Bolsena et de Viterbe.

Les roches dominantes des environs de Bolsena et de Viterbe, poursuit M. Pareto, sont des téphrines, tantôt amphigéniques, tantôt plus dures, compactes, constituant la variété dite *téphrine pavimenteuse*. Les vrais basaltes sont très rares, si même il en existe. Quelques roches passent au trachyte contenant à la fois de grands cristaux de feldspath vitreux et de l'amphigène, de manière à pouvoir être indifféremment placées avec les téphrines ou avec les leucostines. Les autres roches de ces massifs sont des tufs ou conglomérats volcaniques, désignés sous le nom commun de *peperino*. Ils varient suivant leur plus ou moins de solidité et les éléments qui les composent. Dans les environs de Rome, Brocchi en avait distingué deux variétés principales; l'une appelée *tufa lithoïde*, l'autre *tufa grenu*. Mais les passages que l'on observe à chaque instant ne permettent guère de conserver ces distinctions.

Les tufs qui s'étendent entre la Paglia et la Fiora, le long des couches secondaires et tertiaires, ont une épaisseur de 147 mètres, autour de Sorano et de Savana; ils se relèvent insensiblement vers Valentano ou dans la direction du lac de Bolsena, un des principaux centres d'éruption de ce grand district volcanique. On remarque, en effet, que, de la crête des collines qui l'entourent, le sol s'abaisse vers la Paglia, la Fiora, le Tibre et la Marta, et l'on peut regarder cette crête circulaire comme les restes d'un cône volcanique dont le lac représenterait le cratère.

Les groupes de basalte colonnaire de Bolsena, indiqués dans tous les *itinéraires* d'Italie, ne sont que la continuation des masses

(1) *Loc. cit.*

de lave qui forment la paroi intérieure et nord-est de cette grande cavité, et ils n'en diffèrent que par leur disposition prismatique plus régulière. Du village de San-Lorenzo-Nuovo, bâti sur la crête nord-ouest, comme de celui de Montefiascone sur le rebord sud-est, la vue embrasse tout le volcan avec son lac et son enceinte ébréchée, ou du moins abaissée au S., comme dans les autres centres d'éruption. Sur la rive septentrionale du lac, Bolsena couronne un immense courant de lave, et sur son bord méridional s'étendent les villages de San-Magno, de Bisenzo, de Capo di Monte et de Marta, tandis que la crête circulaire, élevée de 193 mètres au-dessus du lac, ou de 551 mètres au-dessus de la mer, porte ceux de Gradoli, Capannacci, etc. Au sud-est se montrent les collines volcaniques de Viterbe, et au sud les volcans éteints de Monterosi. Le cratère de Bolsena est plus étendu que ces derniers, mais il est moins élevé, et ces trois groupes, indépendants les uns des autres, sont séparés par des plaines plus ou moins étendues.

Tout le rebord du bassin de Bolsena est composé de tufs volcaniques, et souvent aussi se montrent des laves; mais malgré la disposition de ces dernières, M. Pareto n'est pas convaincu que le lac occupe précisément la place du cratère par où elles sont sorties. Il a reconnu seulement que de nombreuses éruptions ont eu lieu sur le pourtour du massif, et beaucoup de ces points de sortie peuvent encore être distingués. L'un des plus remarquables serait celui qu'occupe le petit lac de Mezzano, comparé par l'auteur à un cratère de soulèvement. Un second centre analogue se voit au nord du lac, et un troisième, celui de Montefiascone, est accompagné de cônes parasites dont le mont Inco est le plus étendu.

Les bancs de tuf qui entourent le lac de Bolsena sont en général plus inclinés en dehors que vers le centre, et leur disposition dans les deux îles de Bizentina et de Martana confirmerait aussi l'opinion que le tout est un ancien cratère. Ils semblent représenter en effet des portions de la crête circulaire d'une montagne qui s'élèverait du fond du lac, et l'auteur en conclut que la gibbosité de Bolsena, abstraction faite des monticules qui ont été surajoutés à son pourtour, forme un grand cône tronqué avec un bassin rempli d'eau au milieu, et du fond duquel s'élève, sans cependant atteindre la surface, si ce n'est en deux points, un autre cône central dont les îles précédentes seraient aujourd'hui les parties culminantes. L. Pilla, qui avait décrit ce massif volcanique à peu près comme M. Pareto, voyait, dans la disposition des nombreux strates

alternants et réguliers de produits ignés incohérents, la preuve que le volcan était sous-marin, origine qu'il attribuait aussi à tous les volcans éteints de l'Italie centrale et méridionale.

Les roches volcaniques de la chaîne des Cimini ne diffèrent point de celles dont nous venons de parler, si ce n'est que les téphrines contiennent plus de lamelles et de cristaux de feldspath. La pente sud du mont Soriano, qui est trachytique, disparaît sous des scories rouges, puis vient un plateau élevé, composé en grande partie de tuf et surmonté de petites éminences. La montagne de Viterbe offre une téphrine grisâtre, amphigénique, avec de petits cristaux de feldspath. En suivant au sud la crête des monts Cimini, on atteint une vaste cavité dont le petit lac de Vico occupe le fond. Son contour, presque circulaire, se maintient à la même hauteur, excepté au mont Foiano, qui le domine au S. Du milieu du lac s'élève le *monte Venere*, cône volcanique comparé par Pilla à celui de Roccamonfina et au Vésuve actuel. Cette colline formait une île avant l'abaissement des eaux du lac par suite des travaux qu'on y a exécutés. L'ensemble de cette cavité et la disposition des roches qui en constituent les parois prouvent qu'elle doit son origine à un ancien cratère. Cratère de Vico.

La montagne de Foriano est un véritable cône volcanique dont la base plonge dans le lac même. Elle est composée de téphrine amphigénique, souvent poreuse et scoriacée. En général les bancs de tuf des parois plongent en dehors du cratère. Les téphrines amphigéniques de Borgetto sont sorties du pied de la chaîne à laquelle appartient ce dernier, ou même de celui-ci. Sur le versant occidental, du côté de Vetralla, se montrent une grande quantité de tufs et de courants de laves amphigéniques. Entre Sutri et Monterosi on observe encore une autre dépression cratériforme, et le dernier de ces villages est bâti sur la pente nord d'un cratère d'où part une série d'autres collines volcaniques qui se prolongent à l'ouest.

La disposition du lac de Bracciano rappelle en petit celle du lac de Bolsena, et de plusieurs petits cratères situés sur son pourtour sont sorties des laves amphigéniques. Son niveau est à 139 mètres au-dessus de la mer, et ses bords s'élèvent à 156 mètres plus haut. Il est entouré par des bancs de tuf peu inclinés, et des filons de lave s'observent sur les parois internes de la cavité. Le tuf des collines de Campagnano, qui dominent un peu les plateaux environnants, en constitue une autre vers le sud, et, au sud-ouest et à l'ouest du lac de Bracciano, il se rattache aux collines de Rome. Ce plateau Cratère de Bracciano.

s'étend vers Canale et Rota, tourne autour de la roche de la Tolfa, pour s'unir aux *peperino* du pied de la chaîne des monts Romano, lesquels se joignent à leur tour aux tufs de Vetralla, de San-Martino et de Viterbe. Le tuf lithoïde rouge continue ensuite sur la rive gauche du Tibre, occupant tout le pays entre Rome et la base des montagnes Tiburtines et des collines de Frascati et d'Albano.

Age et mode de formation des tufs volcaniques.

Il résulte de ce qui précède qu'en général les tufs ou conglomérats volcaniques ont été déposés et stratifiés par les eaux, au fur et à mesure que leurs éléments y étaient apportés, et que par conséquent les éruptions ont eu lieu aussi en partie sous les eaux, tandis que certaines portions, telles que les sommets recouverts de lapilli et certains courants de lave ont dû surgir au-dessus.

C'est après le dépôt des marnes sub-apennines et celui des bancs de sable et de cailloux, puis de travertin, qui leur ont succédé, que s'élevèrent, à l'état pâteux, les masses trachytiques des dômes ou coupoles du mont Amiata et des monts Cimini. Ensuite s'ouvrirent les bouches par lesquelles sortirent tous les éléments qui ont produit les tufs. Avec ces matériaux meubles et fragmentaires parurent les courants de lave, s'introduisant dans les tufs, les pénétrant ou les recouvrant. Par ces accumulations et ces sur-élévations incessantes la plus grande partie du pays se trouva portée au-dessus des eaux, et ce fut alors qu'eut lieu le ravinement des vallées, que se déposèrent les bancs de cailloux roulés avec du gravier volcanique et des travertins, tandis que sur la côte se formaient d'autres bancs, aussi avec des graviers volcaniques, mais renfermant de plus des coquilles identiques avec les espèces vivantes. Lorsque ces derniers phénomènes eurent cessé, le pays avait acquis sa configuration actuelle.

Sur les parties émergées vivaient dans le même temps de grands animaux qui laissèrent leurs dépouilles au milieu des dépôts de transport quaternaires, et leurs nombreux ossements se retrouvent non seulement dans le val d'Arno, dans celui de Chiana, mais encore associés aux tufs de Viterbe et dans les graviers de la vallée du Tibre. L'absence du mélange de coquilles marines, jointe à ce que les tufs sont toujours à un niveau plus élevé que le gravier, les sables et certains travertins, et qu'il n'existe pas non plus de relation entre les tufs et les couches tertiaires, porte à penser que le conglomérat s'est déposé sous l'eau douce après les marnes sub-apennines, et que, vers la fin de cette période des marnes, l'espace qu'occupent les tufs était couvert par un lac où ces dépôts s'accu-

mulèrent. On voit, d'après cela, que la formation de ces tufs, postérieure à celle des marnes sub-apennines, est cependant plus ancienne encore que les brèches et les travertins quaternaires, bien qu'appartenant à la même grande époque. De plus, ils seraient contemporains des couches lacustres du val d'Arno, de Colle, dans le Siennois, et de la vallée de la Chiana, avec lesquelles on vient de dire que les conglomérats volcaniques des environs de Viterbe avaient un certain nombre de mammifères fossiles communs (*antè*, vol. II, p. 277 et 798).

Campagne de Rome et volcans du Latium.

L'horizon que l'œil embrasse de la tour du Capitole comprend : à l'est les volcans d'Albano, au nord-est les Apennins de la Sabine, au nord-ouest les volcans de Monterosi et de Ronciglione, à l'ouest et au sud la mer Tyrrhénienne et les sept collines, qui, rangées du N. à l'E. et au S. sur les deux rives du Tibre, n'offrent plus que les faibles restes d'un dépôt d'origine volcanique, remanié et stratifié par les eaux, et recouvrant partout les sables et les lits de cailloux de la formation tertiaire supérieure. Les environs de Rome ont été depuis longtemps décrits ; mais les vrais rapports des dépôts qui forment les collines sur lesquelles la ville est assise et celles qui l'entourent n'ont pas toujours été bien saisis.

Breislak, Borkowski et surtout Brocchi ont traité ce sujet, et l'on doit à Carpi, à Procaccini-Ricci et à Capello (1) des observations qui ne sont pas sans intérêt. Breislak regardait l'emplacement du *forum* comme le fond d'un cratère dont les sept collines seraient les débris ; mais M. de Buch fit voir que les matériaux constituant le sol de cette partie de la *Campagna*, quoique d'origine volcanique, étaient loin de leur point de départ, et qu'ils avaient été transportés, puis déposés par les eaux de la mer. Brocchi (2) y avait distingué, de son côté, *trois formations* différentes : 1° les marnes marines sub-apennines, ou sables et calcaires fossilifères ; 2° une formation volcanique composée de tufs de diverses sortes, de lapilli et de pumite ; 3° une formation fluviatile, comprenant des sables et des concrétions calcaires déposés anciennement par les eaux du Teverone.

Le courant de lave de Capo-di-Bove, près de la tour de Cecilia Metella, devait aussi, suivant Brocchi, provenir du volcan d'Albano ;

---

(1) Voyez pour l'indication de diverses publications : A. Boué, *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 492 et 531.

(2) *Bibliot. ital.*, 1814, 1816, 1817, 1818.

mais L. Pilla (1) fit voir qu'il y avait entre ces deux points une dépression du sol qu'on ne pouvait attribuer à une dénudation postérieure ou à un torrent dont il n'existait aucune trace, et que cette colline avait été produite lors de la période d'activité des volcans voisins, à la suite d'une brisure par laquelle la lave était sortie. Un phénomène analogue se voit près du volcan même d'Albano, le long de la route qui passe sous Frascati.

Le travertin de la plaine de Tivoli (*lapis tiburtinus*) a fourni les matériaux des édifices de l'ancienne Rome, concurremment avec le *peperino* (*lapis albanus*). Aujourd'hui, le tuf lithoïde des collines, dont on fait aussi une pouzzolane renommée, est également employé dans les constructions. La lave de Capo-di-Bove sert à paver les rues : c'est le *selce romano*. A l'est de Rome, les tufs volcaniques stratifiés, qui fournissent les meilleures pouzzolanes, sont remplis d'amphigène farineuse, de pyroxène et de feldspath. On les observe particulièrement sur la route de Torre-Nuova, et un grand nombre d'exploitations y sont ouvertes.

A Torre, bien que les roches soient aussi d'origine volcanique, elles présentent des caractères différents, car on entre dans la zone circulaire qui entoure les montagnes volcaniques du Latium. Ce sont, dit M. Ponzi (2), des cendres incohérentes, grises, sans feldspath, avec amphigène vitreuse, du pyroxène, des bombes volcaniques, des fragments de laves amphigéniques, pyroxéniques, etc. A Pantano, les cendres, sous forme de lapilli décomposés et de roches tufacées jaunâtres, résultent de déjections volcaniques à l'air libre. Les laves se montrent, avant l'hôtellerie de la Colonne, et le sol s'élève légèrement sur la pente d'un cône volcanique très déprimé. Le long de la route, un courant de laves basaltiques apparaît çà et là et se suit jusqu'au lac Régille, ancien cratère placé sur le flanc nord et à la base du massif volcanique principal qui porte Rocca-di-Papa, Nemi, Albano, Frascati, etc. Après le hameau de San-Cesaro, la route est traversée par un autre courant, et à

---

(1) *Osservazioni geognost.*, etc. Observations géognostiques le long de la route de Naples à Vienne ; in-8. Naples, 1834. — F. Hoffmann, *Notice géologique sur les environs de Rome*, insérée dans le *Besammlung von Rom.*, publié par la Société archéologique.

(2) *Osservazioni gelogiche*, etc. Observations géologiques faites le long de la vallée Latine. (*Raccolta scientifica ; gennajo*. Rome, 1849, avec une carte géologique.)

Lugnano reparaissent les tufs stratifiés de la campagne de Rome. Ils sont rouges, solides, se divisent en masses prismatiques ou polyédriques, se prolongent vers Valmonte et au delà, pénètrent dans les dépressions des montagnes de Préneste et de Lepini, pour disparaître ensuite à l'est dans la vallée Latine.

Velletri est bâtie sur les tufs ou breccioles et autres conglomérats qui dépendent des volcans éteints d'Albano. Le lac de Nemi (*lo specchio di Diana*) occupe le fond d'un cratère elliptique, et la ville d'Albano, assise sur le flanc occidental du massif auquel elle donne son nom, s'étend, comme les villages de Castel-Gandolfo et de Marino, sur les rives d'un autre lac qu'entourent les parois d'un second cratère. Le peperino (*lapis albanus*), la roche dominante du pays, est gris verdâtre ou bleuâtre ; il renferme beaucoup de fragments de carbonate de chaux, très blanc, des cristaux de pyroxène, du mica et de petits cristaux d'amphigène farineuse. Suivant Pilla (1), le massif volcanique d'Albano présenterait une grande analogie avec celui de Roccamonfina, dans la Campanie. Les produits de l'un et de l'autre s'étendent jusqu'à une grande distance sur leurs pentes méridionale et orientale, et manquent presque complétement dans les plaines situées à l'ouest et au nord. En outre, les volcans du Latium, comme ceux de la Campanie, sont ébréchés, ouverts et détruits au sud plus que sur le reste de leur pourtour, résultats qui, tout en s'accordant, doivent être attribués à une cause commune qui se sera manifestée principalement de ce côté.

Vers l'E., au delà des dernières traces de tufs stratifiés dont nous venons de parler, on trouve encore, sur la rive gauche du Garigliano, à Pofi et à Tichina, deux cratères accompagnés de courants de laves et d'autres produits ignés. M. Ponzi (2), à qui l'on doit de nouveaux détails sur ces deux points, décrit le volcan de Pofi comme formant la colline isolée qui porte le village de ce nom. C'est un cône simple, à la surface duquel se voient quelques dépressions, indices d'anciens cratères, par où sont sortis des laves, des lapilli, des cendres, des scories et des bombes. On ne trouve dans ces divers produits ni feldspath cristallisé, ni les pumites qui Vallée Latine.

---

(1) *Osservazioni geognostiche*, etc. Observations géognostiques, etc., p. 24, in-8. Naples, 1834. — Voyez aussi F. Hoffmann, *Sur les montagnes d'Albano* (*Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. III, p. 365, 1831).

(2) *Loc. cit.*, p. 14.

en dérivent, ni amphigène. Au volcan de Tichiua, qui s'élève au-dessus du plateau tertiaire des plaines de Frosinone, est un cratère d'où divergent de nombreux courants de lave. L'amphigène paraît y manquer aussi, malgré son abondance dans les produits ignés de la campagne de Rome.

Ces deux volcans semblent appartenir à l'époque quaternaire, comme ceux du Latium avec lesquels ils ont les plus grands rapports. Leur disposition, la manière dont les matières rejetées sont stratifiées, l'extension de celles-ci, leur cohésion et les éléments qui les composent, tout prouve l'identité des circonstances qui présidèrent à leur sortie. Ces cratères s'élèvent aussi comme ceux du Latium au milieu des couches tertiaires sub-apennines, et leurs produits accumulés au-dessus attestent leur postériorité à ces dépôts en justifiant leur classement dans le terrain quaternaire. Un autre point de ressemblance, c'est qu'ils sont de même complétement atmosphériques, tandis que les volcans des monts Cimini étaient sous-marins. Leurs produits se sont accumulés sur des pentes naturelles émergées. Dans les monts Cimini, l'action des eaux a stratifié horizontalement les déjections volcaniques en les étendant au loin, à mesure qu'elles étaient amenées des profondeurs de la terre.

Dans leur *Profil théorique montrant la disposition des terrains de la campagne de Rome* (1), MM. de Medici Spada et Ponzi ont suivi, depuis les Apennins, par le lac de Bracciano, la vallée du Tibre, celle de l'Anio, le massif de Frascati et d'Albano, jusqu'à la mer, la relation des roches de sédiment tertiaires et quaternaires avec les divers produits ignés dont nous venons de parler, et cette coupe fort instructive, à laquelle M. Ponzi a ajouté les observations précédentes dans la vallée Latine, a été complétée par un travail plus général, que ce dernier a publié tout récemment avec une carte et des coupes coloriées dans le *Bulletin de la Société géologique* (2), auquel nous renvoyons le lecteur.

§ 3. Italie méridionale.

Volcan de Roccamonfina. Le groupe montagneux de Roccamonfina, ainsi nommé du village situé vers son centre, se trouve à l'extrémité nord-ouest de la

(1) Rome, 1845.
(2) *Bull.*, vol. VII, p. 455 et pl. 7. 1850.

Campanie et dans un rameau de l'Apennin dont il interrompt les couches secondaires. C'est, dit Pilla (1), un volcan central, conique, surbaissé, entouré de cônes parasites, et dont la disposition rappelle celle du Cantal. Le cône, tronqué au sommet, se termine par une crête semi-circulaire, entourant une grande plaine, au milieu de laquelle s'élève une montagne conique en forme de dôme. On peut distinguer dans ce volcan : 1° le grand cône tronqué ; 2° le cratère ; 3° le cône central au milieu du cratère, puis les cônes parasites.

La pente moyenne extérieure du grand cône est de 15°, et ne dépasse pas 18° vers le sommet. Il est composé de roches lithoïdes (leucilites et leucitophyres), plus ou moins semblables à celles de la Somma, et alternant avec des conglomérats grossiers. Ces roches sont en amas ou en bancs irréguliers qui font saillie à la surface du sol ou au fond des ravins; mais elles ne se présentent jamais sous forme de coulées ni de courants, et l'on n'observe point de parties scoriacées sur leurs bords. La plaine intérieure ou cratère est bornée à l'O. par la crête semi-circulaire du mont Cortinella, crête qui à l'E. a été abattue comme à la Somma. Le cratère, à son origine, devait former un cercle parfait, dont le diamètre était de deux milles et demi et la circonférence de sept milles et demi.

Le cône central, appelé *montagne de Santa-Croce* est un massif de trachyte très micacé, terreux, solide, gris ou rougeâtre, rappelant par son aspect les trachytes les plus anciens, et différant par ses caractères physiques des laves trachytiques modernes comme des leucilites du grand cône extérieur. Le Santa-Croce a 3000 mètres de circonférence, s'élève à 330 mètres au-dessus de la plaine et atteint 1000 mètres d'altitude.

Les cônes parasites se trouvent en partie sur les flancs du grand cratère et sur la portion orientale de son arête qui a été abattue.

---

(1) Observations géognostiques sur les parties septentrionales et orientales de la Campanie.—Observations géognostiques le long de la route de Naples à Vienne. 1834.—Notice géognostique, etc. (Journal le *Lucifero*, 1re année, nos 36, 37 ; — 2e année, n° 463). — *Observations sur le groupe montagneux de la Roccamonfina* (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. XVIII, p. 127). Ce dernier mémoire a été reproduit, avec quelques additions, sous le titre d'*Application de la théorie des cratères de soulèvement au volcan de Roccamonfina* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 162, 1844, avec carte). —*Atti della terza riunione*, etc., p. 169. 1841.—Voyez aussi : Abich, *Sur les cratères de soulèvement et le volcan de Rocca-*

Quelques uns n'ont point de cratère à leur sommet ; d'autres sont composés d'un culot trachytique au centre, enveloppé d'un manteau de tuf et de conglomérats grossiers. Ce trachyte diffère de celui de Santa-Croce, et se rapproche au contraire des trachytes laviques. Enfin, il y en a dont la cime affecte une disposition cratériforme, mais sans offrir de roches leucostiniques.

L'arrangement des roches leucitiques sur la pente extérieure du grand cône, et principalement vers sa limite supérieure, ne ressemble pas à celui que prennent les laves sorties de la bouche d'un volcan. Ce ne sont ni ces traînées longues et étroites que forment les coulées, ni les assises superposées qui caractérisent ordinairement les pays volcaniques, mais des amas irréguliers et de toutes les dimensions. Leur texture compacte, leur état cristallin sur une pente assez forte, et surtout la présence de cristaux gigantesques d'amphigène empâtés dans la roche près de l'orifice du cratère et sur un sol incliné de 6° à 10°, font présumer que les roches leucitiques du grand cône ne sont point sorties en coulées par le cratère supérieur, mais qu'elles doivent au contraire leur origine à un ordre de phénomènes qui a précédé l'ouverture de celui-ci, et distinct en même temps de celui auquel est dû le cône central de Santa-Croce, dont les roches sont si différentes. La forme de cette dernière montagne doit la faire regarder comme un cône de soulèvement, dont l'apparition a redressé tout autour les roches leucitiques.

Les tufs de la Campanie qui pénètrent dans les vallées voisines de l'Apennin ne sont que les produits des épanchements ignés de Roccamonfina, et leur origine diffère de celle des tufs des Champs Phlégréens. Le tuf même de Sorrente, malgré son éloignement et son isolement actuel, proviendrait encore de Roccamonfina. Les éléments de ces tufs, après avoir été rejetés, auraient été charriés par les eaux que les mouvements du sol ont déplacées. Enfin par diverses considérations tirées de la nature des roches et de leur disposition, l'auteur conclut que les montagnes de calcaire secondaire, situées l'une au nord, et l'autre au sud du massif volcanique, et dont la base se confond avec la sienne, ne formaient, avant l'apparition des roches ignées, qu'un seul et même rameau continu de l'Apennin, coupé ensuite par les premières éruptions volcaniques. Cette opinion avait d'ailleurs été émise longtemps auparavant par

---

monfina, etc. (*Bull. Soc. géogr. de Berlin*, 1841; — *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 168, avec carte et coupes).

Breislak (1). Les plus anciennes éruptions amenèrent donc au jour les leucitophyres et les autres roches qui constituent aujourd'hui le mont Cortinella, roches qui durent après leur sortie se répandre en nappes horizontales. Plus tard, l'éruption trachytique de Santa-Croce occasionna le soulèvement des assises de leucitophyres et leur relèvement autour d'un axe central.

Après avoir comparé ce cône de Santa-Croce et la crête semi-circulaire du mont Cortinella avec le Puy-Griou et le Plomb du Cantal, et fait voir que les cônes parasites sont également comparables à ceux de l'Etna, Pilla suppose que le volcan de Roccamonfina établit une véritable liaison entre les éruptions trachytiques anciennes et les volcans modernes. Il trouve aussi que les trachytes et les autres roches (perlites, rétinites, pumites, etc.), qui forment l'île de Ponza, offrent dans leur gisement et le profil de leurs pentes des caractères tout à fait différents de ceux des matières rejetées par les volcans, et semblables au contraire à ce que l'on devait attendre d'un soulèvement central, produisant un cratère de soulèvement. Ainsi la portion du cône rocheux qui a échappé à la destruction incessante que produisent les agents atmosphériques et les vagues met à découvert sa composition, et fait voir que le trachyte forme un dyke puissant s'élevant abruptement au-dessus des eaux pour se terminer à la pointe la plus élevée du cône.

Le petit cône volcanique du mont Ofelio, situé à deux milles à l'ouest de Sessa, est composé de roches qui ne renferment point d'amphigène, mais où abondent les cristaux de feldspath vitreux, circonstance que l'on n'observe dans aucun des volcans de la Campanie (2). Pilla ne croyait pas, comme Breislak, qu'il y eût de communication entre les volcans du Latium et ceux de la Campanie, et M. Ponzi (3) les considère comme établis sur une même brisure du sol, sans en déduire pour cela leur contemporanéité absolue.

M. Pierre de Tchihatcheff (4), qui avait aussi parfaitement reconnu l'existence de roches de nature et d'âge différents dans le Le Vultur.

(1) *Topographie physique de la Campanie*, p. 122.

(2) *Observations géognostiques le long de la route de Naples à Rome*, p. 22.

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 466. 1850.

(4) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*, p. 162; in-8. Berlin, 1842. — *Esquisse géognostique du mont Gargano* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 39). — C. Daubeny, *Narrative of an excursion*, etc. Relation d'une excursion au lac Amsanctus et au mont Vultur en 1833. Oxford, 1835.

massif de Roccamonfina, et qui en avait déduit leur ancienneté relative, a décrit le mont Vultur, placé au sommet d'un vaste plateau tertiaire, et dont les parties supérieures sont recouvertes par un tuf volcanique friable, en couches de 20 à 30 mètres d'épaisseur. Au sud de ce massif volcanique de forme triangulaire est la vallée dite *Bosco di Montecchio*, que limitent deux chaînes de rochers trachytiques, l'une dirigée au N.-O., et l'autre au N.-E. Vers le milieu de celle-ci s'élève la cime du Vultur, et au nord du Bosco di Montecchio, une seconde dépression offre deux lacs regardés comme occupant le fond d'un ancien cratère. A l'exception des deux chaînons trachytiques précédents et de celui qui, en les réunissant, sépare les deux vallées dont nous venons de parler, tout le reste du massif est composé de conglomérats, de tuf, de lapilli et de cendres plus ou moins stratifiées, ayant des inclinaisons de 25° à 30°.

D'après le savant voyageur, le massif volcanique du Vultur aurait été soulevé avant les dépôts tertiaires horizontaux qui l'entourent, et peu après la fin de l'époque secondaire. Comme les couches tertiaires se lient souvent et de la manière la plus intime aux tufs volcaniques, il faut admettre que des soulèvements partiels ont eu lieu après celui du massif principal dans lequel on ne remarque aucune coulée de lave proprement dite.

Mont Gargano. (P. 171.) Les roches trachytiques et basaltoïdes de Lesina, à l'ouest du mont Gargano, sur la côte de l'Adriatique, et dans lesquelles on trouve des blocs de syénite, ont soulevé les calcaires noirs jurassiques et seraient plus anciennes que la formation crétacée. Aussi M. de Tchihatcheff propose-t-il de ranger les volcans et les produits ignés de l'Italie méridionale dans l'ordre suivant, d'après leur ancienneté : le mont Gargano, le Vultur, les Champs Phlégréens, Roccamonfina, le Vésuve et le monte Nuovo, ordre qui diffère assez de celui qui a été proposé depuis (1).

Environs de Naples. M. de Buch (2) a fait au Vésuve l'application de la théorie des cratères de soulèvement, et M. H. Abich (3) a donné l'analyse de quelques produits volcaniques des environs de Pouzzoles. Le puits

(1) Voyez les objections qu'y a faites M. Murchison (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 307, *nota*, 1850).
(2) *L'Institut*, 4 fév. 1846.
(3) *Soc. philomatique de Paris.—L'Institut*, 15 juin 1843.—*Sur la composition du feldspath vitreux et du ryacolite* (*Ann. d. Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XXVIII ;—*Ann. des mines*, 3e sér., vol. V, p. 541, 1834).

foré entrepris dans la cour du palais du roi, à Naples, a aussi fourni des documents que l'on n'avait pas encore sur l'épaisseur des tufs volcaniques de ce pays. L'orifice du puits est à 21 mètres au-dessus du niveau de la mer, et jusqu'à la profondeur de 155 mètres on n'a rencontré que ces tufs, des matières volcaniques pulvérulentes, des graviers volcaniques, des argiles ou marnes jaunâtres et brunâtres; puis au fond un lit de sable calcaire et un banc de marne, le tout sans aucune trace de fossiles. A 15 mètres plus bas, ou de 155 à 170 mètres, on a trouvé une marne gris clair, micacée, qui dépend de la formation sub-apennine, et qui en renferme les coquilles (1).

M. Daubeny (2), après avoir traité de l'emplacement de l'ancienne ville des Arunces et des phénomènes ignés que présente le pays, est arrivé à conclure que l'action volcanique avait eu dans la Campanie trois phases distinctes : la première a été marquée par l'élévation du Vultur, la seconde a été caractérisée par une montagne qui se lie au soulèvement d'un cône trachytique au centre d'un cratère : c'est le massif de Roccamonfina ; et dans la troisième, l'élévation de la montagne principale a été suivie, après un long intervalle de repos apparent, par la formation d'une bouche permanente d'où sortent des laves, des fragments de roches et des vapeurs élastiques : c'est le Vésuve actuel avec son enceinte semi-circulaire, la Somma. Ce que nous avons dit (*antè*, vol. I, p. 500) des tufs ponceux, des Champs Phlégréens, de la Somma et du Vésuve, nous dispense de revenir ici sur les produits ignés antérieurs à l'époque actuelle (3).

§ 4. Sicile.

Dans une notice sur la géologie des environs de Catane, F. Hoffmann (4) a décrit les calcaires de Buccheri et de Sortino, remplis de

(1) *Atti della sesta riunione*, etc., p. 553; in-4. Milan, 1844-1845.

(2) *Soc. Ashmol. d'Oxford*, 11 mai 1846.—*L'Institut*, 19 août 1846. — *Edinb. new philos. Journ.*, vol. XLI, p. 213.— L. Horner, (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, *Anniversary address*, p. 84).

(3) Voyez, pour l'indication d'autres publications relatives à la géologie du royaume de Naples, Boué, *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 492 et 531.— H. Abich, *Geologische Beobachtungen*, etc. Observations géologiques sur les phénomènes volcaniques et les formations de l'Italie inférieure et moyenne, vol. I, liv. 1er. — *Sur la nature et la liaison des formations volcaniques*, in-4, avec cartes et coupes. Brunswick, 1841. — Ch. Lyell, *On the craters of denudation*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 223. 1849).

(4) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. III, p. 390. 1831. —

fossiles (*Natica millepuncta*, *Rostellaria pespelicani*, *Buccinum mutabile*, *Corbula nucleus*, *Murex brandaris*, *Pectunculus glycimeris*) et traversés par un basalte noir, compacte, et souvent celluleux, renfermant de l'aragonite, de la chaux carbonatée, de la chabasie et de l'hyalithe. Quelquefois il est sous forme de boules, dont la surface ressemble à de l'obsidienne. L'auteur avait d'abord cru ce basalte plus ancien que le calcaire; car au cap Santa-Croce, des bancs horizontaux de ce même calcaire coquillier reposent sur le basalte, en contiennent des fragments et n'ont pas été altérés au contact, et la même superposition s'observe dans plusieurs autres vallées de l'île. Mais, à six milles à l'ouest de Syracuse, le basalte forme un plateau continu à 500 mètres d'altitude, de deux milles (allem.) de long et dont les points culminants constituent les montagnes de Santa-Venere et de Louro. Ce basalte repose à son tour sur des calcaires non altérés, tandis que près de Buccheri, à trois milles au nord-ouest, la roche pyrogène scoriacée, au contact du calcaire, en contient des fragments irréguliers et alterne cinq ou six fois avec lui dans la ville même. Les deux roches sont horizontales, et les nappes basaltiques, de $0^m,60$ à 1 mètre d'épaisseur, semblent avoir été intercalées entre les couches sédimentaires; aussi Hoffmann pense-t-il que les unes et les autres sont contemporaines comme dans la vallée de l'Ahne, près de Cassel, et près de Guntersen, dans le voisinage de Gœttingen, où des marnes sableuses fossilifères représenteraient celles de la Sicile.

Les tufs très puissants des environs entourent des fragments de basalte et de calcaire réunis par un ciment gris qui leur donne une certaine ressemblance avec le pépérino de la campagne de Rome. Leurs relations avec le basalte sont très variées; ils sont bien stratifiés, et près de Sortino renferment : *Conus mediterraneus? Cerithium radula*, *Buccinum mutabile*, *B. nitidulum*, *Pecten Jacobæus*, *Trochus magus*, *T. Pharaonis*, *Cardium ciliare*, *Arca Noæ*, *A. barbata*, *Pectunculus marmoratus*, etc. Près de Buccheri,

---

Résumé des rapports géologiques de la Sicile, ibid., vol. XIII, p. 1 à 310 et 311 à 726, avec carte coloriée, 1839 (*antè*, vol. II, p. 806).— H. Abich, *Geologische Beobachtungen*, etc. Observations géologiques sur les phénomènes volcaniques et les formations de l'Italie inférieure et moyenne, vol. I. — *Sur la nature et la liaison des formations volcaniques*; in-4, avec cartes et coupes. Brunswick, 1841.

ce sont : *Rostellaria pespelicani*, *Buccinum clathratum*, *Nucula margaritacea*, *Chama gryphoides*, etc.

A la base de la colline qui porte le village de Pachino, se montre un tuf rempli de cailloux roulés de basalte, de perlite, de fragments calcaires, et une roche où abondent l'argile et l'olivine. Au sud une étendue considérable de ces produits volcaniques est recouverte par un calcaire compacte, blanc ou blanc jaunâtre, rempli de corps organisés désignés comme étant des Nummulites, lesquelles ne se voient jamais dans les dépôts quaternaires ni dans les marnes qui, à l'est de Pachino, les surmontent à stratification concordante.

Dans une presqu'île située non loin de la Marina di Capo Pesaro, on remarque encore, au pied des escarpements, le basalte s'élevant de 15 à 20 mètres au-dessus de la mer. Il ressemble assez à une wacke avec hornblende et augite. Vers le haut, il devient scoriacé et quelquefois argileux, avec des cristaux de feldspath vitreux et d'autres substances qui ont fait rapprocher la roche de certains mélaphyres. On y remarque en outre des filons qui ressemblent à un vrai basalte, et d'autres au phonolite. Les calcaires qui sont dessus renfermeraient, suivant l'auteur, des Nummulites et des Hippurites. Ni l'une ni l'autre de ces roches n'est modifiée, et il faut admettre que le calcaire est postérieur au basalte; mais on voit aussi, d'après cette description, que les caractères minéralogiques assez vagues de la roche ignée, et les fossiles mal déterminés des couches de sédiment, doivent nous laisser dans une incertitude complète sur leur âge.

On sait depuis longtemps que les tufs basaltiques de Militello contiennent des coquilles ornées encore de leurs couleurs, et que les espèces, au nombre de 70, vivent toutes dans les mers actuelles (*antè*, vol. II, p. 807 et suivantes); on a vu aussi (*antè*, vol. II, p. 808) quelle était l'opinion de M. Gemellaro sur la relation des roches ignées et sédimentaires de la partie sud de la Sicile : nous ajouterons ici, que le même géologue (1) distingue dans le val di Noto deux dépôts de calcaires et deux éruptions de produits volcaniques. Le calcaire d'Ibleo s'est déposé avant l'apparition des roches pyrogènes qui se sont fait jour à travers, et les autres cal-

(1) *L'Institut*, 14 juin 1834. — Voyez aussi W. S. de Waltershausen, *Ueber die submarinen vulkanischen Ausbrüche*, etc. Sur les éruptions volcaniques sous-marines de la formation tertiaire du val di Noto, comparées avec des phénomènes semblables d· (*Goettinger Studien*, vol. I, p. 171, 845; à part, in-8, Go

caires se sont formés alors que les volcans étaient pour la seconde fois en activité, de manière à alterner avec les matières rejetées par ces derniers. Quant aux tufs et aux brèches, ce sont des dépôts postérieurs et limités aux vallées du sol émergé.

M. Gemellaro (1), tout en distinguant dans le massif de l'Etna deux séries de roches, l'une comprenant les roches feldspathiques de l'est et l'autre, plus récente, les roches pyroxéniques de l'ouest, n'a point admis pour cette montagne la théorie des cratères de soulèvement ainsi que nous l'avons exposée (*antè*, vol. I, p. 519), et il regarde les basaltes des îles Cyclopes comme ayant été soumis, depuis leur première apparition, à des actions volcaniques qui ont donné lieu à une nouvelle espèce de roche, désignée sous le nom d'*analcimite*. Plus tard, il a nommé *cyclopite* une roche argileuse avec analcime, composée d'abord d'un sédiment de basalte altéré, puis modifiée par l'injection de l'analcimite qui l'accompagne.

L'opinion de M. Maravigna (2) sur l'analogie des trachytes et des basaltes de l'Etna et sur le passage de l'une de ces roches à l'autre a été vivement combattue au congrès de Naples. M. P. Interlandi e Sirugo (3), en parlant des basaltes globulaires du Morgo, à dix milles au sud de Catane, a conclu de ses recherches que les roches ignées sont postérieures aux dépôts tertiaires, mais que, par suite d'infiltrations, il y a eu des mélanges, ou mieux des alternances sur certains points.

L. Pilla (4) a proposé d'établir six groupes ou systèmes dans la sérié des phénomènes volcaniques du sud de l'Italie et de la Sicile. Ce sont, en allant des plus anciens aux plus récents : 1° îles Ponces, île de Panaria (îles Éoliennes), mont San-Paolo, dans le Vultur; 2° val di Noto, cap Passaro (Sicile), basaltes et mélaphyres anciens; 3° Roccamonfina, cône trachytique ancien, cratères de soulèvement, cratères d'éruption ; 4° Champs Phlégréens, îles Éoliennes, le

(1) Congrès des savants réunis à Naples en septembre 1845. — *L'Institut*, 4 fév. et 1er avril 1846. — Voyez aussi Ch. Lyell, *On the craters of denudation* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 227. 1849).

(2) *Ibid*, 4 fév. 1846.

(3) *Atti dell'Accad. gioen. di Catania*, vol. XIV, p, 41. 1839.

(4) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 179. — *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XVIII, p. 127. Dans la publication de ce dernier extrait, antérieure à celle du mémoire original, l'auteur n'avait admis que quatre groupes ou systèmes au lieu de six. On voit en outre qu'il n'a tenu aucun compte des observations de M. de Tchihatcheff au mont Gargano.

Vultur, cratères d'éruption éteints avec des traces de soulèvement; 5° le Vésuve, l'Etna, Stromboli, cratères d'éruption en activité avec des indices de soulèvements anciens; 6° le Monte-Nuovo, l'île Julia, volcans formés depuis la période historique et éteints après un laps de temps très court. Plus tard, l'auteur a essayé de mettre plusieurs de ces groupes de roches ignées en rapport avec les dépôts sédimentaires contemporains, mais le tableau qu'il a donné se trouve incomplet relativement à ce que nous venons de dire (1).

§ 5. Iles de Corse et de Sardaigne.

On doit plusieurs mémoires géologiques sur la Corse à M. Mathieu (2), à M. Gueymard (3), et à M. J. Reynaud (4). Ce dernier surtout a donné une esquisse très satisfaisante des roches qui forment cette île, de leur disposition générale et de leurs rapports. Il a fort bien indiqué la position des roches serpentineuses et le rôle qu'elles doivent avoir joué dans les modifications éprouvées par les roches sédimentaires qu'elles ont traversées et dérangées, ainsi que leur analogie avec les phénomènes du même genre observés dans la Ligurie. Corse.

Plus récemment, M. L. Pareto (5), qui paraît avoir peu connu les travaux de ses devanciers, a publié, comme on l'a vu (*antè*, p. 156), le résultat de ses recherches sur cette île. Les roches, dit ce savant, qui semblent plus que toutes autres y avoir percé et altéré les couches sédimentaires sont les serpentines. De même que sur le continent, elles offrent beaucoup de variétés. La serpentine diallagique y est la plus rare, et la variété écailleuse et asbestiforme la plus fréquente. L'euphotide avec diallage métalloïde et plus souvent avec smaragdite, et qui constitue le *vert de Corse* (*verde di Corsica*), est aussi fort répandue. Des masses de diorite se montrent encore parfois dans le voisinage des serpentines. L'apparition de ces roches n'a point produit cette grande quantité de brèches et de fragments de diverses sortes qui, dans la Ligurie, et surtout dans les

(1) *Saggio comparativo*, etc., p. 135.
(2) *Journ. des mines*, vol. XXXIV, p. 104.
(3) *Ann. des mines*, 1820.
(4) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I., p. 1 avec carte et vues. 1834.
(5) *Cenni geognostici sulla Corsica* (sans date ni lieu d'impression), p. 26.—*Atti della sesta riun. degli scient. ital.*, etc., p. 544 à 551, et 601; in-4. Milan, 1844-45, avec carte et coupes.

hautes montagnes, le long de la *Riviera di Levante*, entourent les serpentines qui ont entraîné et amené au jour des fragments de toutes les couches traversées.

Les roches serpentineuses n'ont une grande importance sur la constitution géologique de la Corse que dans sa partie orientale. Leurs masses principales, comme l'avait observé M. Reynaud, sont dirigées N., S., un peu E., ce qui peut les faire regarder (p. 28) comme l'extrémité sud et sud-ouest de l'espèce d'ellipse irrégulière que déterminent les serpentines de l'Italie. D'autres points extrêmes de leurs affleurements seraient, ainsi que nous l'avons dit, certaines parties de l'île de Giglio et du mont Argentaro, d'où la limite passerait au pied sud du mont Amiata ; tournant après au N. et à l'O., elle toucherait divers points de la vallée supérieure du Tibre et du val d'Arno pour traverser l'Apennin vers Cavigliaio et les montagnes de Bologne. D'un autre côté, la serpentine du cap Corse, à l'extrémité septentrionale de l'île dont nous nous occupons, s'alignerait pour former la limite occidentale avec les grandes masses situées à l'ouest de Gênes, entre cette ville et Savone. Passant ensuite l'Apennin, les serpentines se montrent au delà de la crête dans les vallées de la Bormida et d'Orba, et s'étendant alors plus à l'ouest, on en trouve plusieurs affleurements le long des Alpes, dans la vallée du Pô, puis du mont Viso au Mont-Rose, dans les Grisons et les vallées du Bergamasque. Cet espace elliptique tracé par les serpentines est d'ailleurs fort irrégulier, et d'immenses surfaces, comme les plaines de la Lombardie, en sont entièrement dépourvues.

M. Pareto n'ayant reconnu aucun fragment de serpentine dans les brèches qui ont accompagné leur sortie, ni dans des couches regardées comme crétacées, tandis que les dépôts qui leur ont succédé en sont presque exclusivement composés, ainsi que de cailloux roulés, de calcaires et de schistes que les roches éruptives ont traversés, pense que l'apparition de ces dernières et les modifications qu'elles ont produites dans les couches préexistantes eurent lieu entre la fin de la période crétacée et la première période tertiaire. Rien ne s'opposerait donc à ce qu'elles fussent contemporaines de toutes celles que nous venons de rappeler, ce que M. Reynaud avait depuis longtemps soupçonné.

Quant à l'âge des granites, on a vu qu'il y en avait d'antérieurs aux serpentines (Ligurie, Alpes maritimes, les Maures et l'Esterel), et que d'autres avaient poussé des filons dans ces mêmes serpentines (île d'Elbe, Giglio, Monte-Cristo) ; mais c'est probablement

aux premiers et aux plus anciens qu'appartiennent les granites qui occupent une grande partie de l'île de Corse.

D'après ce que l'on vient de dire de la distribution des roches serpentineuses, on ne devait plus s'attendre à les retrouver en Sardaigne, île située bien au sud de leur limite méridionale, qui est une ligne O., E., tirée de Piedi-Corte (Corse) à Giglio et au promontoire Argentaro; aussi M. A. de la Marmora (1) n'en a-t-il point rencontré dans l'étude détaillée qu'il a faite de cette île, où les trachytes sont au contraire très développés du N. au S., principalement sur le versant ouest de la chaîne centrale. Sur plusieurs points ils paraissent être intimement liés au granite. Lorsqu'on s'avance vers l'ouest, ils sont plus cristallins; tantôt ils se présentent sous forme de coulée, tantôt sous celle de tuf ou de pumite, traversés par des filons de rétinite, de jaspe et de cornaline. Les phonolites, plus récents que le terrain tertiaire de ce pays, se montrent à Osilo, vers Tieri, dans les monts de Monastir, près de Cagliari, et vers le cap de Pula. Dans ces diverses localités, ils sont associés à un porphyre pyroxénique riche en analcime, en stilbite et autres zéolithes. Sardaigne.

Les porphyres pyroxéniques des montagnes de Serrenti, de Sarroco et de Narcao paraissent être en relation avec les roches phonolitiques et les breccioles volcaniques de l'île de San-Antonio, de San-Michele Narcao et du groupe de l'Arcuentu, remarquable par sa forme et par les filons prismatiques verticaux ou dykes qui le traversent. On observe parfois, au-dessus des dépôts tertiaires, des courants de lave basaltique qui se seraient étendus sur certaines montagnes du centre de l'île où ils ont peut-être fait partie d'une nappe continue aujourd'hui détruite.

La montagne de San-Lussurgui et de Cuglieri, située au nord d'Oristano, offre vers le sommet les traces de deux grands cratères, et sur ses flancs de nombreux courants de lave dans lesquels plusieurs vallées ont été excavées. Au delà, de Marcomer à Sassari, suivant une ligne N.-N.-O., on remarque une multitude de petits cônes volcaniques plus modernes, semblables à ceux de la chaîne des dômes en Auvergne. Presque au centre de l'île, au mont Arei, et au sud, on voit une masse considérable d'obsidienne. Il en existe encore

(1) *Atti della secunda riun. degli scienz. ital.*, p. 124; in-4. Turin, 1840. — *Atti della sesta riun.*, etc., p. 564, in-4; Milan, 1844-45.

dans une autre montagne située à trente milles de cette dernière.

Les deux directions indiquées en Corse par M. Pareto ont été retrouvées en Sardaigne par M. de la Marmora. La direction N., S. domine dans toute la longueur de l'île ; mais la direction N.-N.-O., S.-S.-E., fort apparente dans la partie septentrionale, semble s'affaiblir vers le milieu, où l'on observe une direction en sens contraire, ou S.-S.-O., N.-N.-E. A la rencontre de ces deux derniers systèmes de fractures, ou au point de plus grande dislocation des couches, a surgi un immense massif volcanique comparable à celui d'Albano et de Velletri.

On a vu (*antè*, vol. II, p. 821) que M. de la Marmora regardait les trachytes précédents comme plus anciens que la formation tertiaire moyenne, opinion qu'il appuyait sur la présence de fragments de ces roches dans les couches tertiaires et sur ce que ces trachytes pouvaient être comparés à ceux de la Hongrie. De son côté, M. Pareto (1) n'était pas convaincu que ces roches fussent plus anciennes que la formation supérieure ou sub-apennine, et il eut occasion de constater, par les travaux qu'a fait exécuter M. Pio-Bussi-Muti au mont Amiata (Toscane), que les trachytes de cette localité étaient en réalité plus récents que les dépôts sub-apennins. Cette conclusion a été contestée par M. Coquand, et M. de la Marmora a de nouveau insisté sur l'antériorité des trachytes de la Sardaigne, par les motifs déjà énoncés, mais qui nous paraissent insuffisants : 1° parce que l'identité de ces cailloux avec les masses trachytiques en question n'a été démontrée ni chimiquement, ni minéralogiquement ; 2° parce qu'il n'a pas été prouvé non plus que tous les trachytes de la Sardaigne fussent contemporains ; 3° enfin parce que l'on n'a pas fait voir que les strates tertiaires recouvraient toujours horizontalement les roches ignées.

§ 6. Résumé de la Péninsule italique.

Les nombreux travaux de L. Pilla relatifs aux produits ignés de l'Italie ont fourni d'importants documents sur cette partie de la géologie de la Péninsule, et nous ne pouvons mieux terminer l'examen rapide que nous venons d'en faire, qu'en reproduisant les conclusions qu'il a émises à ce sujet.

Les volcans éteints, dit-il (2), disséminés à la surface du sol de la

(1) *Atti della sesta riun.*, etc., p. 587; in-4. Milan, 1845. — *Atti della ottava riun.*, p. 612. Gênes, 1846-47.

(2) *Saggio comparativo*, etc. Essai comparatif des terrains qui com-

péninsule italique, se sont manifestés en général après les dépôts sub-apennins, à des moments divers, mais toujours très rapprochés de l'époque actuelle ou des volcans en activité. L'un des plus anciens serait celui de Radicofani. Ses laves diffèrent de celles des volcans voisins du Latium, puisqu'elles sont pyroxéniques et feldspathiques, au lieu d'être leucostiniques. La forme des cratères est également différente. De plus, les volcans de Bolsena, de Viterbe, de Bracciano, d'Albano, etc., recouvrent partout de leurs produits les sables ou les marnes sub-apennines, tandis que celui de Radicofani serait presque recouvert jusqu'à son sommet par ces mêmes dépôts. On a vu (*antè*, p. 393) que cette opinion, émise par l'auteur longtemps avant la publication de ce dernier mémoire, n'était pas celle de M. L. Pareto.

Les basaltes du val di Noto (Sicile), alternant avec des couches rapportées au terrain quaternaire (*antè*, vol. II, p. 807) d'après F. Hoffmann et M. Lyell, seraient moins anciens que les premières éruptions de l'Etna qui recouvrent des dépôts de la période subapennine. Cette conclusion pourra paraître hasardée, si l'on remarque que les sédiments quaternaires, qui ont servi à fixer l'âge des basaltes du val di Noto, n'ont pas été constatés dans le voisinage immédiat de l'Etna.

Les trachytes de la Toscane et des monts Euganéens ont traversé la formation tertiaire sub-apennine dans le Volterrais, le Grossetano; les monts Cimini, et ceux de l'île de Ponza sont probablement du même âge, c'est-à-dire, postérieurs au volcan de Radicofani et à la naissance de l'Etna. Malgré les autorités qu'il cite, Pilla doutait de la postériorité des trachytes de la Toscane aux marnes sub-apennines, et ceux de la Sardaigne, comme on vient de le dire, seraient peut-être plus anciens.

Les mélaphyres de Lugano sont plus récents que les porphyres rouges quartzifères dont on trouve des fragments dans leurs conglomérats; ils ont dérangé et modifié toutes les roches secondaires, et ont par conséquent surgi pendant l'époque tertiaire. Des mélaphyres sont d'ailleurs venus au jour à divers moments. Ceux de Predazzo, qui traversent les grès rouges et les dolomies jurassiques, ont apparu au commencement de l'époque tertiaire, et les granites de cette localité ont été regardés comme du même âge. Contrairement à cette

---

posent le sol de l'Italie. Pise, 1845. — *Atti della sesta riun.*, etc., p. 545 et 567; in-4. Milan, 1844-45.

dernière assertion, la coupe donnée par M. de Klipstein (1) montre que le porphyre noir a pénétré par des fentes du granite pour s'étendre ensuite à sa surface.

Les granites de l'île d'Elbe sont très peu anciens; ils forment des dykes dans le macigno, l'albérèse et dans les serpentines. Ces granites et les porphyres quartzifères qui les accompagnent se lient intimement aux trachytes de Campiglia et autres de la Maremme qui sont également associés à des porphyres quartzifères, et ces diverses roches seraient toutes contemporaines. Mais, comme celles de la Toscane sont postérieures aux dépôts sub-apennins, les granites de l'île d'Elbe le seraient aussi. Pilla reproduit à ce sujet les doutes déjà exprimés plus haut.

Les granites de la Calabre, aux environs de Reggio et de Gérace, continue-t-il, ont évidemment surgi entre les formations tertiaires moyenne et supérieure; ils ont été soulevés à l'état solide après la première de ces périodes, tandis que ceux de l'île d'Elbe, arrivés à l'état pâteux, ont traversé, sous forme de dyke, l'albérèse et le macigno dont ils renferment des fragments, puis les serpentines, et cela peut-être après la seconde période ou les dépôts sub-apennins. Les basaltes du Vicentin seraient alors plus anciens que ces granites, puisqu'ils semblent alterner avec les couches tertiaires inférieures.

Les éruptions de serpentine et d'euphotide de la Toscane et de la Ligurie ont souvent percé le macigno, mais elles sont antérieures à la formation tertiaire moyenne dans laquelle on trouve beaucoup de fragments de ces roches.

On vient de dire que les basaltes du val di Noto étaient contemporains des sédiments quaternaires, mais les mélaphyres du cap Passaro seraient antérieurs aux calcaires à Hippurites, suivant F. Hoffmann, qui en rapproche aussi ceux de Cattolica, près de Girgenti, et de Contessa, entre Palerme et Sciacca. Ces derniers, toujours d'après Hoffmann, reposent sur des couches secondaires postérieures aux précédentes, et leur sortie aurait concouru à la formation des soufres, des gypses et des sels de la Sicile, contradiction que Pilla s'est attaché à faire ressortir. En réalité, les mélaphyres du camp Passaro sont plus récents que ceux de Cattolica et de Contessa. Si les gypses, les soufres, etc., sont le résultat d'émanations venues avec les mélaphyres, et s'il était prouvé que

(1) *Beiträge zur geologischen Kenntniss der östlichen Alpen*, pl. 3, f. 1; in-4. 1843.

ces substances se trouvent dans la formation tertiaire moyenne, ces roches éruptives seraient moins anciennes que ne le pensait Hoffmann, et seraient contemporaines des derniers mélaphyres des Alpes (1).

Passant à l'examen des filons du même pays, l'auteur fait remarquer qu'il n'y a point de filons métallifères dans le royaume de Naples ni en Sicile. Les dykes de roches éruptives sont seulement ceux du val del Bove et de la Somma et ceux des granites de la Calabre qui traversent le gneiss près de Reggio et de Catanzaro. Plus au nord, au contraire, on a vu quelle était l'abondance des filons injectés dans cette déviation de l'Apennin, nommée Alpes Apuennes, ou chaîne métallifère, le long de la mer Tyrrhénienne, jusqu'au cap Argentaro, et comprenant aussi le petit archipel toscan. Ces filons sont ceux de cinabre injectés dans les stéaschistes de Serravezza, ceux de galène, de blende et de barytine, traversant les stéaschistes, les quartzites inférieurs au calcaire jurassique et ce calcaire lui-même dans le val de Castello, la vallée de Serravezza et le Massetano, les filons cuprifères dans les serpentines, et les *gabbri* de Monte-Catini, de Monte-Vaso, de Monte-Castelli, etc.

Parmi les filons éruptifs, sont ceux de fer, particulièrement dans l'île d'Elbe, où ils forment plutôt de grandes masses que des filons proprement dits. Le fer oligiste traverse le *verrucano* (mines de Rio et du cap Pero), et le fer oxydulé des calcaires moins anciens (cap Calamita et Punta rossa). Ces filons parallèles entre eux sont à peu près dans la direction du méridien. En Toscane, les filons contenus dans les schistes cristallins sont uniquement de fer oligiste, et ceux injectés dans le calcaire sont de fer oxydulé. En outre, le filon de Rio (île d'Elbe) se termine près d'une masse calcaire, et au contact de la roche il est transformé en fer oxydulé. Le filon du val di Castello et les veinules qui traversent le marbre de Carrare sont également magnétiques; aussi Pilla soupçonne-t-il l'influence d'une certaine action du calcaire pour réduire le minerai à l'état de fer oxydulé magnétique.

Les filons de pyroxène et d'ilvaïte (yénite ou liévrite) sont contemporains de ceux de fer dans l'île d'Elbe, comme dans le voisinage de Campiglia. Enfin, nous ajouterons les filons antimonifères de Pereta et de quelques autres localités. D'accord avec Hoffmann

(1) Voyez, *sur l'âge du soufre, du gypse et du sel de la Sicile*, *anté*, vol. II, p. 840.

et M. P. Savi, Pilla croit que tous ces filons sont du même âge, contemporains des granites de l'île d'Elbe, et que les phénomènes qui les ont produits ont aussi donné lieu aux modifications profondes qu'on remarque dans les roches secondaires, depuis les Alpes Apuennes jusqu'au cap Argentaro (1).

---

(1) Nous n'avons pas reproduit le tableau dans lequel l'auteur a mis en regard les éruptions ignées de l'Italie avec les dépôts sédimentaires contemporains, parce que les dénominations de *terrain quaternaire*, *terrain alluvial ancien*, *terrain tertiaire supérieur*, *pliocène récent*, qui sont pour nous synonymes, semblent représenter dans la pensée de Pilla des phénomènes successifs que nous n'avons pas bien compris. De plus, dans la colonne des *terrains éruptifs*, il n'a point tenu compte des divers produits ignés du sud de la Péninsule pour lesquels il avait proposé (*antè*, p. 408) un certain ordre chronologique.

Voyez aussi : Studer, *Résultats d'un voyage dans la Provence, l'Italie, l'île d'Elbe et la Sicile* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 232). — H. Abich, *Sur les cratères de soulèvement et sur la liaison rieure des phénomènes et des produits volcaniques en Italie, cés isolément ou sur des lignes ou zones étendues* (*Ber. üb. d. V Deutsch. naturf. in Prag*, p. 140; — *Neu. Jahrb.*, 1839, p. 54. —J. Ponzi, *Mémoire sur la zone volcanique d'Italie* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 455, 1850, avec carte et coupes coloriées).

Cette feuille était déjà composée lorsque nous eûmes connaissance du mémoire de M. Murchison sur les roches volcaniques anciennes des États romains et des parties adjacentes de l'Italie (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 281. 1850). Nous ne pouvons donc qu'indiquer très sommairement ici les principales conclusions de l'auteur. Il partage l'opinion de M. Pareto sur les rapports des laves de Radicofani avec les dépôts sub-apennins. Il pense que la très grande partie des produits ignés des environs de Viterbe s'est accumulée sous les eaux soit de la mer, soit des lacs saumâtres. Il attribue cette origine à une partie des produits ignés du Latium, beaucoup plus étendue que ne l'admettaient MM. Spada, Ponzi et J. D. Forbes (*R. Soc. of Edinburgh*, 1850). Il a observé, ce qu'il croit avoir échappé à ses prédécesseurs, savoir : des masses de trachyte semblable à celui de Santa-Croce et placées entre cette montagne centrale de Roccamonfina et la portion circulaire du groupe. Le trachyte serait la roche la plus ancienne et aurait été formé sous des conditions différentes de celles qui l'environnent, ces dernières étant sorties d'un cratère sous-marin. En résumé, ce massif ne différerait de ceux des environs de Viterbe que par la position du trachyte qui se trouve au centre, au lieu d'être sur les côtés. — Voyez aussi Scacchi, notes insérées dans les *Mém. de l'Acad. des sc. de Naples*, 1849.

CHAPITRE V.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'EUROPE CENTRALE (1).

Dans la description du terrain tertiaire, nous avons pu, sans rompre les rapports naturels des divers dépôts du nord de l'Allemagne, nous conformer à la disposition des bassins hydrographiques actuels du centre de l'Europe et suivre les lignes de faîte des principales chaînes qui en forment les limites; mais la distribution des roches ignées ou pyrogènes, dont l'arrivée au jour a modifié les contours de plusieurs de ces bassins, ne se prête point à cette marche, et nous devons adopter, pour mentionner les travaux dont elles ont été l'objet, un ordre géographique indiqué par leur répartition même, c'est-à-dire en suivant une large zone un peu arquée au sud, qui, partant des régions volcaniques de l'Eifel, se dirige au S.-E. vers l'extrémité orientale des Carpathes.

Trois massifs principaux d'éruptions trachytiques, basaltiques, phonolitiques ou doléritiques s'observent dans cette zone, et, au delà, si ce n'est dans la vallée du Rhin moyen, il y a eu peu d'éruptions isolées qui les rattachent les uns aux autres. Tous trois, considérés isolément, manifestent une tendance à former une portion de cercle dont la concavité serait tournée vers le sud, comme la courbe qu'ils constituent par leur réunion; disposition remarquable qu'on retrouve dans certains groupes volcaniques modernes du grand Océan Boréal.

Le plus occidental de ces centres d'actions ignées comprend l'Eifel, les environs de Bonn et de Coblentz, le Vogelsgebirge, le Rhöngebirge, le Habichtswald et quelques points plus au nord; le groupe du milieu embrasse une partie des montagnes qui séparent la Saxe de la Bohême, c'est-à-dire l'Erzgebirge et le Mittelgebirge ou Lausitzergebirge; enfin le troisième groupe, du double plus étendu que les précédents, forme un arc immense qui, des bords du Danube, entre Waitzen et Gran, circonscrit, au N. et à

(1) Voyez les cartes géologiques générales déjà mentionnées (*antè*, vol. II, p. 844, *nota* et pages suivantes).

l'E., le vaste bassin des affluents de la Theiss. Nous commencerons donc par mentionner quelques massifs ignés de la rive droite du Rhin moyen, en rappelant que nous avons déjà indiqué plusieurs affleurements de même origine sur sa rive gauche, puis nous suivrons de l'O. à l'E. la grande zone composée des trois principaux éléments dont nous venons de parler.

Duché de Bade.

M. d'Althaus (1) s'est attaché à démontrer que l'apparition des basaltes et des phonolites de l'Hégau avait eu lieu pendant la période tertiaire moyenne ou de la mollasse, et depuis la *Description topographique et géognostique du Kaiserstuhl*, de M. Hisenlohr (2), M. Rozet (3) a jeté un coup d'œil sur ce même groupe de roches ignées (dolérites basaltiques, phonolitiques, porphyroïdes et trachytiques, trachytes et conglomérats), qu'il regarde comme passant les unes aux autres et représentant seulement les diverses modifications d'une grande éruption de dolérite qui a produit la masse entière de Keiserstuhl. Ces modifications résulteraient des influences variées sous lesquelles le refroidissement s'est opéré. Dans les diverses circonstances qui ont accompagné leur sortie, ces roches, quoique plus récentes, offrent une grande analogie avec les eurites et les porphyres. Leur partie supérieure est souvent scoriacée sur une épaisseur de plusieurs mètres, et les cavités, remplies de chaux carbonatée d'un beau blanc, fournissent les amygdaloïdes (spilites), si connues dans les collections et qui abondent particulièrement dans le monticule d'Alt-Brisach.

Les montagnes du groupe se rattachent à deux centres principaux de soulèvement : le Kaiserstuhl proprement dit, qui atteint une altitude de 558 mètres, et la Santa-Catharina, qui n'en a que 508. Quelques massifs isolés, tels que ceux d'Alt-Brisach, de Bargheim et de Salsbach, paraissent être tout à fait indépendants des précédents. Il n'y a point de cratère, et le cirque de Scholingen, qui avait été pris pour tel, serait un cirque de soulèvement analogue à ceux des Vosges. Il n'en est jamais sorti de courants de matières fondues, car tous les produits doléritiques viennent y aboutir et converger à peu près vers le centre. Ils s'abaissent à mesure qu'ils s'en rappro-

(1) *Neu. Jahrb.*, 1835, p. 63.
(2) Carlsruhe, 1829. — Traduction française par M. Gley; in-8. Épinal, 1837-38.
(3) *Mémoire sur la partie méridionale de la chaîne des Vosges*, p. 99 : in-8, avec carte. Paris, 1834.

chent, ce qui serait l'inverse s'ils représentaient des coulées qui en seraient sorties. Le lehm, que nous avons vu (*antè*, vol II, p. 180) s'élever jusqu'à 400 ou 450 mètres sur les flancs du Kaiserstuhl, renferme beaucoup de fragments de dolérite de toutes les grosseurs et de toutes les variétés ; ainsi, le massif de roches pyrogènes est antérieur à ce phénomène de l'époque quaternaire, et, comme ces mêmes débris paraissent manquer dans le dépôt de cailloux roulés de la vallée du Rhin, on en pourrait conclure que les éruptions doléritiques se sont manifestées entre ces deux phases principales de l'époque dont nous parlons, ce qui n'implique nullement que les eaux diluviennes soient aussi sorties du sein de la terre par la même occasion, comme le suppose M. Rozet.

M. Fargeaud (1) a signalé la présence de fragments de gneiss empâtés dans le trachyte des carrières d'Oberschaffausen, et M. Damour (2) a fait connaître la *faujasite*, nouvelle espèce minérale découverte dans une amygdaloïde du Kaiserstuhl. M. P. Mérian (3), dans ses observations sur le même groupe, s'est occupé des calcaires métamorphiques, jaunes, compactes, dont la structure oolithique a disparu. Ces calcaires seraient semblables à ceux des collines jurassiques de Mordingen, de Waltershofen, de Nimburg et de Riegel. Au village de Wasenweiler, situé au sud-est du groupe, un puits percé dans la dolérite a atteint une marne grise avec gypse. Une galerie horizontale a traversé un conglomérat amygdaloïde doléritique, des argiles et des grès schisteux. En continuant à creuser, le gypse a été rencontré de nouveau sur une grande épaisseur, et donne lieu à des exploitations considérables. L'auteur suppose que ces gypses sont des calcaires tertiaires métamorphisés par l'influence des gaz sortis avec les roches ignées du Kaiserstuhl.

M. Van Winter (4) a donné le résultat de quelques observations sur les basaltes du Rhin moyen, et M. C.-M. Marx une *Esquisse géognostique des environs de Bade* (5).

---

(1) *Compt. rend.*, vol. V, p. 512. 1837.

(2) *Ann. des mines.*, 4e sér., 2e liv. 1842. — *Ann. des scienc. géol.*, vol. I, p. 704. 1842.

(3) *Bericht ueber die Verhandl. d. naturf. Gesell. in Basel*, no 7, p. 64. Bâle, 1847.

(4) *Tydsch. voor nat. Geschiod.* de *van der Hoeven*, vol. VI, p. 222.—*Karte geognostische*, etc. Carte géognostique des basaltes du Rhin moyen.

(5) In-18, avec 6 pl. Bade, 1835.—Voyez aussi : G. de Leonhard,

Wurtemberg. Sur le versant nord-ouest de l'Albe du Wurtemberg, les masses ignées, dit M. de Mandelsloh (1), se présentent soit en cônes isolés, soit en filons qui affleurent dans les vallées transversales ou qui ont percé le plateau même, pour s'étendre sous forme de bandes étroites. Les couches de l'oolithe inférieure et du lias reposent horizontalement au pied des cônes basaltiques. Les conglomérats occupent une plus grande surface que le basalte lui-même qui s'y trouve quelquefois en filons.

Des galets de granite, de gneiss, de micaschiste, de porphyre, de phyllade, de todtliegende se rencontrent dans le conglomérat basaltique. Ces galets, étant arrondis comme les cailloux roulés par les rivières, ne peuvent être pris pour des fragments des roches sous-jacentes, entraînés lors des éruptions; de plus, ces tufs offriraient aussi des fragments du muschelkalk et du *keuper*, ce qui n'a pas encore été observé. On remarque avec les galets roulés précédents, mais en plus grand nombre, des fragments anguleux du calcaire jurassique de l'Albe. Outre ces faits, qui ne paraissent pas être encore bien expliqués, M. de Mandelsloh cite de véritables galets des couches jurassiques du Wurtemberg et des blocs provenant du coral-rag de l'Albe, dans des points situés en dehors de la chaîne, là où les conglomérats basaltiques ne traversent pas ces calcaires et arrivent au jour dans les schistes du lias et l'oolithe inférieure, c'est-à-dire à un niveau beaucoup plus bas que celui de ces calcaires. Mais si, comme le pense l'auteur, ce versant nord-ouest de la chaîne était originairement recouvert par les mêmes calcaires que le plateau actuel, une partie de leurs bancs a pu être enveloppée dans le conglomérat avant que le reste ait été entraîné. Les fragments empâtés proviennent du coral-rag ou de l'argile d'Oxford avec leurs fossiles, et n'ont subi aucune altération. Ils sont accompagnés de calcaires cristallins, à grain fin, de dolomies grenues, de calcaires et de schistes du lias plus ou moins modifiés.

Tantôt les roches jurassiques n'ont point été altérées au contact du conglomérat, tantôt au contraire le calcaire est devenu spathique

---

Geognostische Skizze des Grossherzogthums Baden (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 26).

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. II. 1835. —Voyez aussi : *Nordwestlicher Abhang*, etc. Versant nord-ouest des Alpes de la Souabe.—De Leonhard, *Geologischer Atlas*, in-4. 1841.

et même bacillaire, ou bien sonore, dur, fragile, et d'une teinte rouge, violette ou grise. Au sommet des cônes basaltiques, tels que le Juseberg, le Rangenberg, etc., on remarque des dolomies jurassiques sans traces de fossiles. Le calcaire lacustre de Böttingen, près Munsingen, recouvert et complétement altéré par le conglomérat, est du même âge que celui de Steinheim, qui renferme des ossements de mammifères. Ainsi, les basaltes de l'Albe appartiendraient à la période tertiaire supérieure. Ces calcaires lacustres soulevés avec l'Albe ont à Böttingen une altitude de 791 mètres. (Voyez *antè*, vol. II, p. 877.)

Les montagnes coniques, ou cônes de soulèvement, appelées volcans dans l'Eifel, ne montrent point généralement de cratères. Elles sont formées d'un côté, dit M. Dumont (1), par des matières scoriacées, et de l'autre par des couches inclinées de lave compacte ou de téphrine semblable à celle qui s'étend dans la plaine en nappes horizontales (cônes de Kirck-Weiler et de Mayen). L'auteur explique cette disposition en supposant que les téphrines étaient déjà déposées en nappes refroidies, lorsque les scories sont arrivées au jour. La nappe, solide d'abord, étoilée par une pression exercée de bas en haut, a été divisée en secteurs, et celui de ces secteurs qui offrait le moins de résistance a été soulevé par les matières fondues, aujourd'hui scoriacées, qui sont sorties et se sont accumulées d'un côté, pour compléter le cône dont le secteur soulevé ne faisait qu'une partie. Lorsque la plupart des secteurs ou même la totalité a été redressée, il est résulté un véritable cratère de soulèvement. Tel est celui que l'on voit au nord de Mayen, non loin d'Ettringen. Eifel.

Le seul cratère d'éruption qui paraisse bien caractérisé dans l'Eifel est au sommet de la colline calcaire, au nord de Gérolstein. Quant aux *cratères-lacs*, celui d'Uelmen est un des plus remarquables. Il est creusé dans les schistes ardoisiers, et ne présente aucune trace de matières volcaniques; mais sur le revers de la cavité, et à partir de l'orifice, on remarque des conglomérats formés de boue séchée et de fragments de roches semblables à celles du terrain dans lequel le cratère est ouvert. Ces couches inclinent en divergeant des bords du cratère vers le pied de la colline, disposition résultant d'éruptions boueuses, successives, par l'ouverture du

---

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, vol. I, p. 183. 1834. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LIX, p. 296.

cratère et au milieu desquelles on ne trouve aucune matière fondue. Dans d'autres cratères-lacs les conglomérats boueux contiennent des ponces, des scories et des boules composées d'albite, de péridot, d'amphibole et de pyroxène (bombes volcaniques du cratère-lac de Daun). Le cratère de Dreis, à deux lieues au nord-est de Gérolstein, n'est pas rempli d'eau, mais les conglomérats boueux qui l'entourent sont semblables aux précédents.

On doit à M. Sandberger (1) le catalogue des espèces minérales, au nombre de vingt-cinq, qui se trouvent dans les roches entourant le cratère-lac de Laach, et à M. d'Œynhausen (2) une carte orographique et géognostique des environs de la même localité, sur laquelle M. de Dechen (3) a publié quelques réflexions. M. Noeggerath (4) a décrit un épanchement de basalte dans le grès bigarré de Nierteim sur les bords du Rhin ; M. C.-G. Barthels a donné une notice sur la topographie volcanique de l'Eifel inférieur (5), et a fait connaître un courant de lave dans le Bomskaule, sur le Katzenberg, près de Mayen (6).

MM. Sedgwick et Murchison (7) ont fait voir combien avait été faible l'influence des phénomènes volcaniques de l'Eifel et des bords du Rhin sur la direction, l'inclinaison et les caractères minéralogiques des couches siluriennes et dévoniennes, à travers lesquelles ils se sont manifestés, et qu'ils ont recouvertes de produits ignés sur des étendues assez considérables. Ces actions perturbatrices et ces émanations de l'intérieur du globe, dont les représentants actuels nous frappent encore d'étonnement, sont donc des forces tout à fait insignifiantes lorsqu'on les compare aux puissants agents mécaniques et aux influences chimiques modifiantes qui ont plissé et soulevé les roches de transition à une époque bien plus ancienne, y ont développé de nouvelles substances minérales et y ont produit un métamorphisme général sur des épaisseurs énormes. L'étude de l'Eifel à

(1) *Neu. Jahrb.* 1845.
(2) Huit feuilles. Berlin, 1847. — *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XXII, p. 311. 1848.
(3) *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 449.
(4) *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. I. 1842.
(5) *Verhandl. d. naturhist. Vereins d. Preuss. Rhein.*, 3ᵉ ann., p. 49. Bonn, 1846.
(6) *Ib.*, p. 23.--Voyez aussi : J. Schill, *Ueber zeolithsches Mineral aus den Blasen-Raümen des Dolerit-Mandelsteins von Saspach am Kaiserstuhl* (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 452).
(7) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 278. 1842.

ce double point de vue offre un intérêt particulier qu'on retrouve rarement ailleurs.

De même que les recherches de M. Ehrenberg (1) lui ont fait découvrir des corps organisés microscopiques dans les produits rejetés par les volcans modernes (*antè*, vol. I, p. 596), de même l'examen des tufs volcaniques anciens lui a permis d'y constater l'existence d'infusoires siliceux. C'est ainsi que les roches tufacées de la colline volcanique de Hochsimmer, près du cratère-lac de Laach, renferment 38 espèces d'infusoires rôtis, toutes d'eau douce et dont deux seulement sont nouvelles. L'auteur propose de donner à ces sortes de tufas le nom de *pyrobolithes*.

M. Van der Wyck, qui a publié une seconde édition de son *Coup d'œil sur les volcans éteints du Rhin et de l'Eifel* (2), a critiqué aussi la description que M. Hibbert avait donnée de ces mêmes volcans (3). M. Fœrstemann (4) s'est occupé du magnétisme polaire des basaltes et des laves de ce pays.

Le bassin inférieur du Rhin, limité comme nous l'avons fait (*antè*, vol. II, p. 855), offre beaucoup de roches ignées qui se sont élevées çà et là, au milieu des dépôts tertiaires et plus récents. Ces roches ont été déjà l'objet de travaux nombreux et importants (5), et ceux que nous avons à signaler ont peu ajouté à ce que l'on connaissait déjà. Siebengebirge.

M. Léonard Horner (6), dans son mémoire sur la géologie des environs de Bonn, a d'abord rappelé, que de dessous la grauwacke s'élevaient diverses sortes de trachytes, de tufs, de basaltes, de dolérites, et sur un point des scories volcaniques, et que la partie principale du massif des Sept-Montagnes (Siebengebirge) était composée

---

(1) *Bull. de l'Acad. de Berlin*, avril, 1845. — *Amer. Journ.*, vol. XLIX, p. 379. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 173. 1846. — *Weitere Untersuchungen*, etc. Troisième mémoire sur la relation qui existe entre l'organisme microscopique et les dépôts volcaniques du lac de Laach, et sur les volcans boueux de l'île de Sheduba dans l'Inde (*Berichte d. Akad. d. Wiss. zu Berlin*, p. 158, 1846). — *L'Institut*, 5 mars 1845 et 10 mars 1847.

(2) In-8. Manheim, 1836.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 129, 165.

(4) *Verhandl. d. naturhist. Vereins d. Preuss. Reinlande*, 1844, p. 4 et 22.

(5) Voy. pour ces publications : A Boué, *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 485 et 519. 1835.

(6) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 433, avec carte, 1833-36.

de ces roches. Les variétés de trachytes sont dues aux différents états de leur feldspath, aux proportions de l'amphibole, à la grandeur des cristaux et à la couleur résultant des différents états du fer. Les plus remarquables sont les trachytes du Drachenfels, du Wolkenburg et du Stenzelberg. La variété du Drachenfels se reconnaît surtout aux dimensions de ses cristaux de feldspath (1), celle du Stenzelberg à ses cristaux de feldspath très grands aussi et à la présence de l'amphibole, et celle du Wolkenburg, où les cristaux d'hornblende sont plus rares, à ses masses accidentelles de quartz et au calcaire spathique qui tapisse les cavités. En réunissant toutes les variétés, on obtiendrait une série de roches passant insensiblement du trachyte le mieux caractérisé au véritable basalte noir et compacte. La forme colonnaire et la tendance à se décomposer en boules s'observent d'ailleurs dans les deux roches principales. Quelques trachytes semblent passer à une amygdaloïde terreuse, d'autres à la serpentine. Le *pitchstone*, l'obsidienne et le *pearlstone* n'existent pas, suivant M. Horner, dans le Siebengebirge, et il n'y a pas de traces de pumite. Sur la rive gauche du Rhin, le trachyte se voit seulement à Borkum, à trois milles au sud-ouest des montagnes précédentes, où il forme le centre d'une petite colline autour de laquelle se relève la grauwacke.

Le tuf trachytique qui occupe une surface considérable est composé de fragments de trachyte. Il est généralement terreux, tendre, peu solide, si ce n'est sur quelques points où il est exploité. Les fragments sont petits, et parfois la roche devient blanche et compacte. Ses teintes ordinaires sont le blanc grisâtre, le jaune et diverses nuances de brun et de jaunâtre. Il contient souvent des masses de trachyte dur, solide, et des fragments de schiste, anguleux ou très rarement arrondis. A une seule exception près, l'auteur n'y a point observé de débris basaltiques. Ce tuf remplit le fond des vallées qui séparent les montagnes, s'élève assez haut sur leurs pentes, mais n'en forme jamais les sommets les plus élevés qui sont de trachyte ou de basalte.

Entre Lohrberg et Scheerkopf, le tuf est traversé par un dyke de trachyte, et il repose sur un grès compacte du groupe des lignites, à l'entrée de la vallée de Quegstein, où il est recouvert

(1) M. G. Fawns a signalé la présence de l'acide phosphorique dans le trachyte blanc du Drachenfels et dans d'autres roches ignées anciennes et modernes (*Edinb. new phil. Journ.*, vol. XXXVII, p. 294, 1844).

par le lehm de la vallée du Rhin. On y a trouvé des empreintes de plantes semblables à celles des lignites, et, sur divers points, les lignes de stratification brisées ou en zigzag annoncent qu'il s'est déposé sous l'eau. Près d'Ober-Cassel, il renferme des fragments de basalte et de scories; aussi dans cette localité le tuf pourrait-il être plus récent que le véritable tuf trachytique, comme celui des environs d'Honnef, où l'on voit une butte formée de fragments de diverses sortes de trachyte, de basalte scoriacé et compacte, de quartz, de feldspath et d'amphibole. Sur la rive gauche du fleuve, le tuf trachytique ne se montre qu'en un seul point.

M. Horner ne pense pas, comme on l'a prétendu, qu'il y ait toujours un rapport exact entre la composition du tuf et celle du trachyte en place le plus voisin. D'abord le tuf est souvent à un état terreux qui ne permet guère de préciser la variété d'où il provient, et ensuite il est très fréquemment entouré de diverses sortes de trachytes; enfin, les fragments intacts qu'on y trouve enveloppés sont, dans un grand nombre de cas, complétement différents des variétés que l'on voit aujourd'hui en place. Loin de provenir de la destruction de trachytes préexistants, les éléments du tuf auraient été rejetés avant les trachytes solides, comme les pluies de cendre des volcans actuels précèdent la sortie des laves.

Le basalte se montre sur les deux rives du Rhin. Dans le Siebengebirge, il constitue des collines entières, des dykes qui traversent la grauwacke, le trachyte et les tufs trachytiques, et on le trouve en relation avec les dépôts de lignites (*antè*, vol. II, p. 855). Il forme trois des plus hautes sommités des Sept-Montagnes et la moitié des collines environnantes. La surface totale qu'il occupe est égale à celle que recouvrent les trachytes. Il est toujours associé au tuf basaltique, excepté au Siegburg, en dehors du groupe. L'hyacinthe, la chaux carbonatée et l'aragonite sont assez fréquentes dans le basalte, tandis que les zéolithes y sont rares. La forme prismatique y est commune, surtout au sommet du Mendenberg. Enfin le basalte a été fréquemment employé dans les constructions et le pavage de Linz, de Bonn, de Cologne, etc.; quant à la dolérite, M. Horner ne la signale qu'au sommet du Löwenberg.

Ces divers produits ignés sont arrivés au jour pendant que se formaient les dépôts charbonneux, car le tuf trachytique recouvre le grès à Quegstein, alterne avec les argiles ordinaires et les argiles ferrugineuses à Rott et à Utweiller, contient des fragments de bois à Langberg, et l'on peut s'assurer qu'il en est de même pour les

basaltes. Les éruptions ont eu lieu sous les eaux d'un lac ; elles ont été successives, et les dernières ont élevé le Siebengebirge et les cônes situés au sud, portant quelquefois, comme à Stösschen, les dépôts sédimentaires à 300 mètres au-dessus des eaux du Rhin. C'est à un phénomène semblable qu'est due la grande faille de Hemersgrube. Le dépôt de cailloux roulés qui recouvre les lignites résulterait aussi de ce dernier mouvement du sol, car on l'observe à une grande hauteur sur les collines qui bordent les deux côtés de la vallée du Rhin, et jamais dans la plaine même qui les sépare.

M. H. Cohen a publié aussi une *Carte orographique des Sept-Montagnes* (1), et M. J.-G. Zehler (2), une description du même groupe dans ses rapports avec le pays environnant.

La colline du Roderberg, située sur la rive gauche du fleuve au sud-ouest du Siebengebirge et près du village de Mehlen, est formée de roches volcaniques modernes. Son sommet est occupé par un cratère dont les bords offrent des roches scoriacées, spongieuses, identiques avec celles des volcans brûlants. La grauwacke du voisinage est devenue d'une teinte rouge brique semblable à celle qu'elle prend lorsqu'elle est fortement chauffée. Suivant M. C. Thomae (3), le cratère, élevé de 110 mètres au-dessus du Rhin, est elliptique. Son plus grand diamètre est de mille pas, et son plus petit de sept cents. Les laves renferment des fragments de quartz et de grauwacke souvent vitrifiés à la surface. Le Roderberg paraît résulter d'une éruption sous-aqueuse effectuée pendant le dépôt du lehm, et dont les produits ont été soulevés graduellement en masse jusqu'à leur position actuelle.

Duché de Nassau, Westphalie, etc.

Nous nous bornerons à énumérer ici dans l'ordre géographique que nous avons indiqué les documents bibliographiques dont nous sommes redevables à M. Boué, et qui n'ont en général pour objet que des faits de détail. De plus, beaucoup de ces roches ignées n'étant point en rapport avec des dépôts quaternaires, tertiaires ou crétacés, rien ne prouve encore qu'elles appartiennent toutes aux époques d'éruption dont nous nous occupons en ce moment. Nous

(1) Une feuille. Bonn, 1835.
(2) In-12, avec carte géol. Crefeld, 1837.
(3) *Der vulkanische Roderberg bei Bonn*. La montagne volcanique du Roderberg, près Bonn, et description géologique de son cratère ; in-8, avec carte et coupe. Bonn, 1835.

donnerons quelque extension à l'examen du massif oriental, le moins généralement connu des trois, malgré les travaux déjà anciens dont il a été l'objet.

NOEGGERATH. — *Sur l'absence des tufas volcaniques entre Kreutznach et Stromberg.* (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XV, p. 755.)

— — *Éruption basaltique dans le grès bigarré de Nierstein sur le Rhin, et euphotide près d'Ehrenbreistein.* (*Ib.*, vol. XVI, p. 358, 1841.)

— — *Hyacinthe trouvée dans la lave poreuse de Niedermendig.* (*Ib.*, vol. XV, p. 758.)

— — *Sur le basalte à bois bitumineux et siliceux des environs de Siegen, et sur du granite enveloppé dans du basalte, près de Linz, sur le Rhin.* (*Ib.*, vol. XIV, p. 197 et 245, 1840.)

S. HORSTMANN. — *Rapports géologiques des environs de Soden, dans le Taunus.* (*Soden*, p. 33, par S.-F. Stiebel; in-8°, 1840.)

Roches schisteuses et talco-schisteuses avec des filons de quartz et de basalte, soulevées lors des éruptions ignées des bords de la Lahn et de l'Odenwald, et avant la sortie des basaltes du Vogelsgebirge et des environs de Frankfort-sur-le-Mein.

A.-F. SPEYER. — *Geognostische Karte*, etc. Carte géognostique des pays entre le Taunus, le Vogelsgebirge, le Spessart et le Rhöngebirge, et en particulier de la province hessoise de Hanau. 1 feuille. Hanau, 1840.

WAGNER. — *Origine du basalte contemporain des différents terrains qu'il traverse.* (*Gelehrt Anzeig. d. Munchner Akad.*, 1838.)

A. DE KLIPSTEIN. — *Sur la roche à néphéline de Elleiches* (Hesse-Darmstadt). (*Arch. für. Miner.* de *Karsten*, vol. XIV, p. 248, 1840.)

J. NOEGGERATH. — *Der Bergschlüpf am* 20 *dec.* 1846, etc. Le glissement de montagne du 20 déc. 1846, dans les carrières de basalte, près d'Oberwinter; in-4°, avec cartes et coupes. Bonn, 1847. (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XXII, p. 317. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 834.)

— — *Die drei Berge von Siegburg.* Les Trois-Montagnes, près de Siegbourg. (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 97.)

J. Noeggerath. — *Vorkommen von Basalt*, etc. De l'existence du basalte près de Menzerberg, dans la commune de Honnef. (*Verhandl. d. Nieder. Gesell. f. Natur. u. Heilkunde*, 11 nov. 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 628.)

— — *Neue Mineralien*, etc. Nouveaux minéraux des environs du Rhin. (*Ib.*, 5 nov. 1848. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 627.)

F.-W.-E. Schmidt. — *Die Basaltgaengen*, etc. Des filons basaltiques dans les montagnes schisteuses de la Westphalie rhénane ou au nord-ouest de la région basaltique du Westerwald, et dans les environs du Siebengebirge. (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XXII, p. 103, 1848.)

Schnabel. — *Zerlegung des Sphærosiderits*, etc. Analyse de la sphérosidérite du basalte des carrières d'Alte-Birke, près d'Eisren et de Siegen. (*Rammelsberg's Handwoerterbuch*, etc., 3ᵉ suppl., 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 810.)

F. Sandberger. — *Uebersicht der geologischen Verhaeltnisse*, etc. Coup d'œil sur les rapports géologiques du duché de Nassau; in-8°, avec cartes, Wiesbaden. 1847.

Bavière. **De Canstein.** — *Sur les rapports des roches autour de Kissingen.* (*Monatsb. d. Ges. f. Erdk. in Berlin*, vol. II, p. 74, 1840.)

Gust. de Leonhard. — *Sur quelques minéraux zéolithiques en pseudo-morphoses dans la Bavière rhénane, avec des observations sur ce groupe de substances minérales.* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 269.)

Ce travail est une dissertation complète sur les zéolithes.

Hesse-Cassel. **A. de Klipstein.** — *Sur les rapports de contact entre les basaltes et le vieux grès rouge de la Vettéravie.* (*Neu. Jahrb.*, 1834, p. 632.) Le grès rouge des environs de Giesen, en contact avec les basaltes du Vogelsgebirge, offre près de Steinberg divers degrés d'altération.

G. Gmelin et **C. Klett.** — *Chemische Untersuchung*, etc. Examen chimique du trachyte du Vogelsgebirge; in-8°. Tubingen, 1839.

— — *Dissertation über den Tachylite*, etc. Dissertation sur le tachylite du Vogelsgebirge. Tubingen, 1839.

W. EGGEL et G. GMELIN. — *Description et analyse du phonolite*; in-8°. Tubingen, 1839.

DE KLIPSTEIN. — *Sur des fragments altérés de syénite et de gneiss dans la lave basaltique d'Ortenberg, dans le Vogelsgebirge.* (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 183.)

— — *Gisement du tachylite dans une lave poreuse à Bobenhausen, dans le Vogelsgebirge.* (*Isis*, 1840, p. 900.)

SCHNEIDER. — *Description naturelle, topographique et statistique du haut Rhöngebirge, de ses contre-forts et de ses environs*; 2ᵉ édit., in-8°. Fulda, 1840.

DE DECHEN. — *Sur une coulée de lave dans la vallée de la Nethe.* (*Verhandl. d. natur. Ver. d. Preuss. Reinland.*, 1844, p. 65.)

C.-J. GUTBERLET. — *Sur les phonolites et les trachytes du Rhöngebirge.* (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 139.)

— — *Beiträge zur mineralogischen Topographie von Kurhessen.* (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 150.)

STRIPPELMANN. — *Filon couche de basalte dans les lignites du Habichtswald à Habichtsspiel, et sur le gypse et le soufre de ces lignites* (*Stud. d. Gotting. Ver. bergm. Fr.*, vol. IV, p. 335-359.)

HAUSMANN. — *Sur le feldspath vitreux dans le basalte d'Hohenhausen, entre Gottingen et Minden.* (*Ibid.*, vol. V, p. 83.)

— — *Sur le tachylite dans le basalte de Saesebuhl, près de Dransfeld.* (*Ibid.*, vol. V, p. 91.)

— — *Sur un filon couche de basalte à Ochsenfeld, près de Dransfeld.* (*Ibid.*, vol. IV, p. 245-269.)

R. LUDWIG. — *Die vulkanischen Massen*, etc. Des masses volcaniques de Breitfirst, entre Fulda et le bassin du Main, près Sparhof. (*Jahresb. d. Wett. Gesells. f. Naturk.*, 1845-46, p. 11. Hanau, 1847.)

W. SINDING. — *Analyse du basalte de Stolpen.* (*Ann. der Chem.* de *Poggendorff*, vol. LXVII, p. 182.)—(*Ann. des mines*, 3ᵉ sér., vol. XIX, p. 652, 1841.) Saxe.

F.-A. FALLON. — *Sur les serpentines de Waldheim et les minéraux qu'elles renferment.* (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XVI, p. 423-469.)

— — *Sur les agglomérats formés par frottement lors de la sortie des serpentines.* (*Ibid.*, p. 455.)

B. COTTA. — *Basalte de l'Ascherhübel, près de Tharand.* (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 460.) Ce basalte, qui repose sur du grès vert recouvrant à son tour du porphyre, renferme des fragments de ces deux roches.

VOGEL jeune. — *Analyse d'une serpentine noire de Saxe.* (*Munchen Gel. Anz.*, vol. XIX, p. 115, 1844.)

CH. NAUMANN. — *Détails sur les lambeaux basaltiques de Scheibenberg, dans l'Erzgebirge.* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 54. *Ibid.*, 1839, p. 196. (*Erlauter. zur geogn. Karte Sachsens*, cah. 2, p. 466.) Ce basalte a formé une coulée sur le micaschiste, puis s'est étendu sur des argiles et des sables tertiaires ou même quaternaires, et lors du creusement de vallées voisines, la masse a été démantelée et divisée.

V. BEUST. — *Geognostische Skizze der Wichtignsten porphyr-gebilde*, etc. Esquisse géognostique de la chaîne porphyrique de Wichtingsten entre Freiberg, Tharand et Rossen; in-8°, 1835.

— — *Sur les filons de syénite dans le gneiss de l'Erzgebirge, et sur le dernier soulèvement de cette chaîne après la formation des lignites par les phonolites du Mittelgebirge.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 63.)

DE LEONHARD. — *Carte géologique des environs de Dresde et de Tharand.* (*Geolosgischer Atlas*, etc. Stuttgard, 1841.)

G.-A. DE WEISSENBACH. — *Abbildungen*, etc. Exposition des rapports remarquables des filons de l'Erzgebirge; in-8°, avec. pl. Leipzig, 1836.

NAUMANN, COTTA, GEINITZ, etc. — *Gæa von Sachsen*, etc. (V. *antè*, vol. II, p. 862, ainsi que pour les autres publications de MM. Naumann et Cotta sur la Saxe.)

GUMPRECHT. — *Dolérite et néphéline de Loebau* (Lusace). (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. LXII, p. 174.)

— — *Beiträge zur geognostischen Kenntniss Sachsens und Böhmens.* 1835.

Dans la partie sud de la sixième section de la carte géologique de la Saxe, section qui comprend la haute Lusace et quelques portions voisines de la Saxe et de la Bohême (*Bull.*, vol. X, p. 135, 1839), on voit les basaltes et le phonolite former des pics isolés. Quelques

cônes de ces roches atteignent de 16 à 1800 pieds au-dessus de la mer. Les plus remarquables sont le Blitzenberg, le Polzenberg, près Schluckenau, le Landeskrone, près Gœrlitz, et le Stadtberg, près Lobau, où le basalte passe à une dolérite formée de néphéline et d'augite. Les montagnes phonolitiques sont le Borstenberg, près Schluckenau, le Spitzberg d'Oderwitz et le Cottmar. Le basalte est souvent colonnaire et le phonolite plus ordinairement tabulaire ou en nappes. Çà et là des wackes accompagnent ces deux roches.

ZIPPE. — *Carte géologique de la Bohême.* (*Bericht über d. Verh. deutsch naturf. in Prag.*, p. 134. Prague, 1843.) Bohême.

— *Die Mineralien Böhmens*, etc. Minéraux de la Bohême d'après leurs rapports géognostiques. (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 577.)

NAUMANN. — *Éruptions basaltiques et phonolitiques du Mittelgebirge en Bohême, filons de phonolite dans le gneiss de Schönbuch, dans l'Erzgebirge, et soulèvement assez récent de cette chaîne.* (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 426 et 558.) Le gneiss de l'Erzgebirge a été soulevé pendant et après le dépôt de la grauwacke.

MEYER. — *Analyse du phonolite de Aussig et de Tœplitz.* (*Ann. der Chem. und. Phys.* de *Poggendorff*, vol. LXVII, p. 191, et vol. LXVIII, p. 491. — *Ann. des mines*, 3ᵉ sér., vol. XIX, p. 650, 1841.)

REUSS. — *Les rapports géologiques de Tœplitz.* (*Arch. für Min.* de *Karsten*, vol. II, cah. 2, p. 284, 1838.)

DE LEONHARD. — *Carte géologique des environs de Tœplitz.* (*Geologischer Atlas*, etc. Stuttgardt, 1841.)

RAMMELSBERG. — *Analyse du néphrite, du phonolite, de l'opale du Mittelgebirge et du psilomelan à potasse d'Ilmenau.* (1ᵉʳ Suppl. à *Handwörterb. d. Chem. Theils d. Min.*, p. 105-121, du même auteur.)

KOESSLER. — *Sur la polarité du Kammerbuhl, près de Fransenbad et de ses laves.* (*Mittheilung. a. d. Osterland v. d. naturf. Ges. in Altenburg*, vol. V, p. 79, 1842.)

M. Weiss avait signalé le premier l'intercalation du granite dans les roches secondaires de la Bohême, et en 1835 M. B. Cotta (1)

(1) *Geognostische Wanderungen*, etc. Notice sur les rapports de

fut chargé de vérifier le fait aux environs d'Hohnstein, près de Meissen. A l'est du village d'Oberau, le granite recouvre le *pläner*, et à la carrière souvent décrite de Weinböhla la syénite traverse de nombreux filons granitiques et recouvre aussi le *pläner*. Autour d'Hohnstein, on a rencontré sous le granite et le grès des argiles bleues, rouges, avec des fragments de grès fendillés, des grès ferrugineux avec des surfaces polies et passant à un conglomérat de fer oxydé argileux, de quartz, de calcaire, de gros fragments de granite et des débris d'*Ammonites polygyratus*, *Gowerianus*, etc. A Wartenberg la coupe est à peu près la même, et le granite recouvre des marnes, des calcaires sableux et des grès.

Les couches qui reposent transgressivement sur le *quadersandstein* renferment de nombreux fossiles qui paraissent être jurassiques. Or cette disposition ne peut s'expliquer que par un renversement que confirme la distribution des corps organisés. Autour d'Hinterhermsdorf, dix-huit puits ont constamment traversé le grès et le calcaire sous le granite. Sur d'autres points (Daubitz), des basaltes et des phonolites (Zittau) sont venus compliquer les résultats. Aux environs de Grattau, de Liebenau, à dix-sept milles d'Oberau, on observe des dérangements analogues. Près de Glatz, à trente-trois milles d'Oberau, le granite forme une saillie au milieu du porphyre, et il est entouré de strates verticaux, de grès rouge, de conglomérat et de *quadersandstein* avec des calcaires et des marnes. Ces divers accidents sont alignés dans la même direction.

Si le grès n'était pas antérieur au granite d'Hohnstein, il faudrait admettre, d'après l'inclinaison des couches, que celui-ci formait une corniche d'au moins 300 mètres de saillie au-dessous de laquelle, dit M. Cotta, on aurait pu bâtir, par exemple, toute la ville d'Hohnstein. La postériorité du granite est encore mise hors de doute par les surfaces polies de glissement et de frottement qui existent au contact des roches.

La direction de ces phénomènes, qui est O.-N.-O., E.-S.-E., est celle de la chaîne des Sudètes, et se rapporterait au système de soulèvement des Pyrénées. Le granite doit avoir été soulevé à l'état solide, car il n'y a aucun filon dans le *pläner* ni dans le *quadersandstein*, et l'on ne voit pas non plus de fragments de ces roches dans le granite, circonstances tout à fait différentes de celles que

---

position du granite et du *quadersandstein* en Saxe et en Bohême, traduite par M. Daubrée (*Ann. des mines*, vol. XVIII, p. 477).

nous avons mentionnées en Irlande (*antè*, p. 312). Ici le granite et la syénite qui supportaient la craie et des couches jurassiques ont été soulevés sur une étendue considérable, et poussés çà et là sur le grès et le *pläner* pendant que tout ce qui était déposé au sud de la ligne du soulèvement est resté dans sa position première.

La Hongrie est la partie de l'Europe où les roches qui nous occupent ont pris le plus de développement et présentent le plus de variétés. Elles y ont été bien décrites à deux reprises, et de manière à inspirer un vif intérêt au géologue; néanmoins elles sont peu mentionnées dans les traités généraux; elles sont rarement prises pour terme de comparaison, et les ouvrages qui les ont fait connaître ont été enveloppés dans le même oubli, nous dirions presque dans la même injustice. Quelle que soit la cause de cette indifférence, nous chercherons à en atténuer les effets pour le lecteur en arrêtant un moment sa pensée sur un sujet digne de toute son attention, et, pour cela, nous ne craindrons pas de remonter au delà de la période historique qui forme le cadre de notre travail. Hongrie.

On sait que, vers 1780, Fichtel publiait de précieuses observations sur les produits ignés de la Hongrie, mais il devait s'y glisser de graves erreurs propres au temps où il écrivait. Quarante ans plus tard, elles furent relevées par un savant français qui étudia le pays avec toutes les données positives que la géologie avait acquises durant cet intervalle. Nous reproduirons ici le résumé succinct que M. Beudant a présenté lui-même de ses nombreuses recherches dans le tableau qu'il a placé au commencement du volume IV de son grand ouvrage (1).

Les roches trachytiques, dit ce savant, forment cinq groupes ou massifs particuliers; le premier occupe les environs de Schemnitz, de Kremnitz et de Königsberg; le second se trouve au bord du Danube où il compose les montagnes de Dregely et de Vissegrade (2); le troisième constitue les montagnes de Matra, au bord septentrional de la grande plaine; le quatrième comprend les montagnes

(1) *Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année* 1818; 4 vol. in-4, dont un atlas de cartes et de coupes. Paris, 1822.

(2) Entre Gran et Waitzen, sur la rive gauche du Danube, les roches ignées décrites par M. Beudant ont été observées depuis par J.-J. Huot (*Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 246).

entre Epériés et Tokai, et le cinquième se trouve au Vihorlet, et s'étend dans les comitats de Ungh et de Beregh. Les mêmes roches forment encore un massif considérable en Transylvanie sur les frontières de la Moldavie, et se représentent dans les contrées de Nagy-Ag et de Zalathna.

Ces roches comprennent le trachyte proprement dit, le porphyre trachytique, le porphyre molaire, le perlite et des conglomérats. Le trachyte appartient à tous les massifs; la variété porphyroïde forme la plus grande partie des montagnes; les autres ne se trouvent guère que dans le massif de Chemnitz. Le trachyte domite constitue la butte de Nograde, dans le massif de Dregely; le trachyte semi-vitreux apparaît sur la pente méridionale du massif de Schemnitz et à Tokai. Le porphyre trachytique existe sur les bords de la Gran, d'où il s'étend dans les vallées d'Eisenbach et de Glasshütte; on le retrouve dans la Matra. Le porphyre molaire se voit à Königsberg et à Hilinik, dans le groupe de Schemnitz, puis à Saros-Patak dans le massif de Tokai. Le perlite se montre à l'extrémité de la vallée de Glasshütte, dans les montagnes entre Tokai et Telkebanya, et à Uj-Hely; les variétés lithoïdes les plus remarquables sont aux environs de Tokai. Les conglomérats existent autour de tous les massifs et s'étendent dans les plaines. Ceux de ponce broyée et décomposée sont très abondants entre Tokai et Tolesva. Les variétés porphyroïdes composent les montagnes entre Erdö-Beny et Tallya, et elles reparaissent dans le comitat de Beregh où elles renferment des amas considérables de roche alunifère.

Les différents massifs trachytiques sont indépendants les uns des autres; ils sont formés par un assemblage de buttes coniques, dont chacune présente des caractères particuliers. On y distingue quatre masses ou assises successives très différentes par leurs caractères. Le porphyre molaire est la plus moderne de ces masses, et repose évidemment sur le perlite. Les conglomérats qui viennent ensuite présentent aussi quatre variétés. Ce n'est que dans la première masse ou assise que les diverses variétés de roches conservent des positions constantes; chaque variété forme une montagne particulière. La plus remarquable est le trachyte semi-vitreux qui se trouve en avant des autres, au bord des plaines, et se divise parfois en colonnes prismatiques. Dans toutes les autres assises les variétés et leurs modifications sont mélangées et passent les unes aux autres.

Les conglomérats sont formés de débris souvent transportés de loin et remaniés par les eaux. Près des montagnes ils sont composés

de très gros blocs, et dans la plaine de matières scoriacées, terreuses ou ponceuses, broyées ou décomposées. Les parties fines très divisées ont reconstitué çà et là des masses solides, simples ou porphyriques. Les plus remarquables sont celles qui proviennent du remaniement des ponces. Ces dépôts renferment beaucoup de débris organiques, des bois opalisés, des empreintes de plantes et de coquilles. Les conglomérats trachytiques sont le gisement particulier des opales, et les conglomérats ponceux, celui des jaspes opales et des bois opalisés. Les roches alunifères font partie des dépôts solides qui proviennent du remaniement des ponces. On retrouve encore au milieu d'elles des bois siliceux, dont une portion est à l'état d'alunite. Les dépôts aurifères constituent des amas dans les conglomérats ponceux, ou des filons dans le porphyre molaire.

Les roches trachytiques, considérées dans leur ensemble, reposent d'abord sur la syénite et le diorite porphyroïde, puis se continuent sans interruption jusqu'aux terrains les moins anciens. Les conglomérats qui recouvrent ces roches s'appuyent quelquefois sur les calcaires intermédiaires et secondaires; ils paraissent correspondre au nagelfluh et être recouverts comme celui-ci par la mollasse. Mais trompé par quelques apparences minéralogiques et zoologiques, M. Beudant parallélisait ces dépôts tertiaires non avec ceux de la Suisse, mais avec ceux du bassin de Paris qui sont plus anciens. Des travaux ultérieurs ont fixé l'âge des trachytes de la Hongrie d'une manière plus exacte.

Quant aux roches basaltiques du même pays, elles constituent les plateaux de Nagospart et de Saint-Kerest, dans le massif de Schemnitz, puis ceux qui règnent au pied des montagnes de Karancs et dans la contrée de Balaton. Les tufs basaltiques se trouvent à Fülck, Miske, Kapolcz, Zigliget et Tihany; c'est dans ce dernier lieu qu'ils sont recouverts par une roche siliceuse. Les basaltes reposent sur la mollasse, quelquefois sur les conglomérats trachytiques, et sont accidentellement surmontés de tufs basaltiques. Des buttes basaltiques complétement isolées s'élèvent en outre au milieu des plaines, des dépôts tertiaires, des syénites et des diorites.

M. A. Boué, J. Behl, Lill et d'autres géologues (1), ont mentionné dans des mémoires particuliers les roches ignées de diverses parties de la Hongrie, du Bannat et de la Transylvanie, et depuis

(1) Voyez, pour l'indication de ces travaux, le *Guide du géologue voyageur*, par M. A. Boué, vol. II, p. 494.

loppent des fragments; mais ils semblent être antérieurs aux fentes des filons de Schemnitz et arrêtent l'extension de ces derniers vers l'est.

M. K. Gottmann (1), dans un rapport sur la géologie et les mines du pays situé entre la Theiss supérieure et la Szamos, a donné un aperçu des diverses roches ignées qui surgissent çà et là au milieu des grès et de la mollasse, et M. G. de Serenyi (2) a décrit les deux chaînes montagneuses des environs de Nagy-Banya. La première, qui est la plus rapprochée de la plaine de la Hongrie, s'étend de l'E. à l'O., et ses sommets, le Pietrosa et le Cziblès, atteignent 6000 pieds d'altitude. Le centre est formé de roches porphyriques, trachytiques et basaltiques, auxquelles succèdent des brèches porphyriques, puis des grès carpathiques, traversés souvent eux-mêmes par des dykes et surmontés de dômes de porphyre et de trachyte. Dans le voisinage de ces dernières roches, le grès a été soulevé, puis, à une certaine distance, il redevient horizontal et constitue un sol ondulé avec les dépôts tertiaires qui le recouvrent.

Les schistes qui dépendent du grès des Carpathes sont fréquemment modifiés au contact des roches ignées et passent à une porcellanite. Quelquefois un conglomérat se trouve placé à leur jonction. Dans la même vallée, un filon métallifère traverse à la fois le porphyre et le grès carpathique, ce qui doit faire distinguer ce porphyre de ceux du centre de la chaîne. Au sud de cette dernière, la seconde chaîne, composée de schistes micacés, est traversée par des granites.

Styrie. M. de Morlot (3) a donné une analyse des trachytes de Gleichenberg, et il a fait voir quel était le mode d'altération de ces roches. L'examen des sources prouve que dans la profondeur la soude est entraînée et que la potasse reste. M. Anker a publié une esquisse abrégée des rapports minéralogiques et géologiques du sol de la Styrie (4).

Le trachyte précédent, le seul qui existe dans le pays, forme un double cône (5) de 1888 pieds d'altitude et dominant toutes les

(1) *Berichte über die Mittheil. v. Freund. d. Naturwiss. in Wien*, vol. III, p. 1. 1848.

(2) *Ib.*, vol. II, p. 37. 1847. — Voyez aussi : P. Kumpf, *Analyse d'un trass de Monheim sur le Danube* (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 325).

(3) *Ib.*, vol. III, p. 97. 1848.

(4) In-8. Grætz, 1835.

(5) De Morlot, *Erläuterungen zur geolog. Übersicht d. nord. Alpen*, p. 150; in-8. Vienne, 1847.

collines environnantes. Ces deux cônes arrondis et séparés au sommet se réunissent à la base. La roche constitue plusieurs variétés de trachyte, n'est pas accompagnée de scories, et paraît avoir été soulevée en masse sans avoir laissé de traces de cratère. Son analyse démontre que, sauf le rapport de la soude et de la potasse, qui est inverse, sa composition s'accorde avec celle des *trachy-dolérites* de M. Abich, roches regardées par ce dernier comme plus récentes que le domite et le vrai trachyte. Elles contiennent 10 pour 100 de silice et se rapprochent du phonolite.

On n'observe aucune relation directe entre le trachyte et les dépôts tertiaires du pays environnant. M. Daubeny (1) pense qu'il est plus récent et les a soulevés, mais M. de Morlot regarde les meulières et les conglomérats tertiaires comme parfaitement en place et indiquant le rivage et le niveau de la mer à la fin de l'époque tertiaire et après les éruptions basaltiques. Les carrières de meulières sont ouvertes dans un tuf trachytique cimenté par la silice que déposaient les sources thermales.

Dans la basse Styrie, autour du Gleichenberg (p. 154), le basalte recouvre les dépôts tertiaires supérieurs et paraît être sorti après le trachyte. Le basalte colonnaire, qui forme le dôme le plus élevé du pays, est aussi, d'après M. Partsch (2), le centre des éruptions basaltiques, autour duquel les tufs se sont déposés plus tard. Sur d'autres points, on observe des basaltes accompagnés de scories comme dans les volcans actuels. Celui de Kapfenstein enveloppe des roches cristallines primaires modifiées, ce qui a fait penser à l'auteur que le basalte pouvait n'être que du granite fondu ; mais cette hypothèse nous semble chimiquement bien peu admissible, à moins de supposer aussi certaines circonstances qui auraient amené dans le bain granitique un excès des substances qui dominent dans le basalte.

Un petit massif isolé, à l'ouest de Wildon, renferme des druses, des amandes et des veines de calcédoine. Il n'y a d'ailleurs point de basalte dans tout l'intérieur des Alpes, si ce n'est le petit cône de Kollnitz, à une lieue au nord-ouest de Saint-Paul, dans la vallée de Lavant, affluent de la Drave, au-dessous de Klagenfurt. Ce cône domine une surface horizontale de lehm, et, sur l'un de ses flancs,

(1) *Descript. of extinct and active volcanoes*, p. 110.
(2) *Geognostische Skizze*, etc. Esquisse géognostique des environs de la source acidule de Gleichenberg, p. 154 ; in-8. Grætz, 1836.

M. de Hauer a observé un conglomérat de roches cristallines plus ou moins altérées (1).

(1) Voyez aussi : Sedgwick et Murchison, *Transact. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 399 et pl. 36, f. 15. 1832. — De Buch, *Ueber die vulkanischen Geb.*, etc. (*Abhandl. d. Akad. d. Wiss. in Berlin*, 1818, 1819). — *Stey. Zeitsch.*, partie III. — *Ueber die Alpen in Baiern*. (*Abhandl. d. Akad. d. Wiss. in Berlin*, 1828). — F. E. Rosthorn, *Zur geog. und geol. d. südostl. Alpen*, etc. Sur la géognosie et la géologie de la partie sud-est des Alpes de la Styrie, de la Carinthie et de l'Illyrie (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 434). — De Morlot, *Vorkommen von Serpentin*, etc. De l'existence de la serpentine dans la Styrie supérieure (*Œsterreich. Blaetter für Litter.*, 1847, p. 735 ; — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 720).

CHAPITRE VI.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'EUROPE ORIENTALE.

§ 1. Turquie d'Europe.

En étudiant les produits ignés de l'Europe orientale, nous nous dirigerons d'abord du N.-O. au S.-E., ou de la Servie et de la Bosnie vers le Bosphore, par la haute Mœsie et la Thrace pour revenir ensuite au S. par la Macédoine et la Thessalie examiner la Grèce, la Morée et les îles de l'Archipel. Nous mentionnerons dans cet espace les roches qui, par leur analogie avec celles que nous avons décrites dans la péninsule italique, semblent s'y rattacher; mais on doit dire que le moment de leur apparition est loin d'y être fixé partout avec le même degré de certitude, et il est probable que quelques unes d'entre elles ont surgi avant la fin de la formation crétacée. L'âge des diverses assises rapportées à cette dernière est, en outre, trop vaguement connu pour qu'on puisse en rien conclure, et il restera par conséquent à déterminer ultérieurement avec plus d'exactitude l'instant précis où les roches pyrogènes, dont nous allons parler, ont apparu à la surface de la terre.

Serpentines.

« La serpentine est une roche assez répandue en Turquie, dit » M. Boué (1), surtout dans le sol crétacé inférieur de la partie » occidentale de ce pays, ainsi qu'en Servie. Elle est moins fré- » quente dans les schistes cristallins ou de transition où elle se » trouve en filons ou filons-couches, quelquefois fort épais. Elle » donne lieu à des buttes noires, rocailleuses, et souvent à des rochers » bizarrement découpés ou escarpés. » Sur les bords du Danube, entre Gouloubinié et Kasan, la serpentine perce les schistes cristal-

(1) Résultats de ma première tournée dans le nord et le centre de la Turquie d'Europe, faite en partie avec MM. de Montalembert et Viquesnel (*Bull.*, vol. VIII, p. 49, 1836). — *La Turquie d'Europe*, vol. I, p. 339. Paris, 1840, avec carte. — La partie géologique de cet ouvrage a été aussi publiée à part sous le titre d'*Esquisse géologique de la Turquie d'Europe;* in-8. Paris, 1840.

lins; au sud de Scinica elle est associée à l'euphotide, et plus loin le calcaire grenu vient encore se joindre à ces deux roches.

La serpentine, sur beaucoup de points, traverse le gneiss et les couches crétacées de la Servie (1). Les masses les plus considérables se montrent des deux côtés de la chaîne du Kopaonik, dans les vallées de l'Ibar et du Gratschevatzka-Riéka. Elle apparaît en Bosnie dans le Jaraout, en Albanie dans les vallées du Drin-blanc et du Drenova, en Mœsie dans la vallée du Setnitza, et en Macédoine dans le défilé de Katschanik. M. Viquesnel signale particulièrement, comme digne d'intérêt, l'association du diorite avec la serpentine, l'euphotide et la diallage en gros cristaux sur les bords du Raschka, près de Novi-Bazar, et dans la vallée de l'Ibar, de Karanovatz en Servie, jusqu'à Mitrovetza en Bosnie, puis en Albanie, entre Prisren et Skoutari. Les plus grands épanchements de diorite et de serpentine sont dans la Servie et l'Albanie. Des mamelons de serpentine percent çà et là le sol crétacé dans l'espace qui les sépare, et paraissent rattacher l'un à l'autre ces deux centres d'actions ignées.

Les principales éruptions sont postérieures aux couches désignées par l'auteur sous le nom d'*étages inférieur et moyen de la craie*. Ainsi dans la vallée du Gratschévatzka-Riéka, la serpentine avec de grands cristaux de diallage sort en filons puissants à travers les grès et les schistes argileux de la craie qu'elle a brisés, modifiés, et dont elle enveloppe des fragments. Dans la vallée du Raschka, près de Novi-Bazar, on observe les mêmes effets sur les grès et les schistes supérieurs au calcaire noir à Hippurites; mais les modifications les plus remarquables occasionnées par l'apparition des serpentines se trouvent en Albanie entre Prisren et Skoutari. L'absence de la craie blanche dans ce pays est attribuée par M. Viquesnel aux changements que l'arrivée des serpentines a produits dans le relief du sol de la contrée. Ces roches se sont d'ailleurs épanchées à plusieurs reprises, et peut-être jusqu'au commencement de l'époque tertiaire.

« Les roches diallagiques, si abondantes en Servie, en Mœsie et » sur les bords du Drin en Albanie, deviennent assez rares au sud » de ces contrées. Le torrent pénètre dans le bassin de Kasteria » par un défilé bordé d'un côté par la protogine, et de l'autre par » la serpentine. Cette dernière se prolonge vers le sud et disloque

---

(1) A. Viquesnel, *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 35, 1842, avec carte géologique).

» le calcaire crétacé qui forme la rive occidentale du lac de Kas- » toria (1). » Dans les montagnes du Pinde, à l'est de Metsovo, suivant M. Boué (2), les serpentines forment avec les euphotides d'énormes filons dirigés quelquefois parallèlement aux couches, et se montrent en contact avec les calcaires et les grès de la formation crétacée. La serpentine perce le talcschiste du lac d'Ostrovo, et se voit encore accompagnée d'euphotide dans diverses parties de l'Épire. Des brèches et des jaspes sont sur d'autres points associés à ces roches que l'auteur rattache, ainsi que celles de la Morée, aux éruptions serpentineuses de l'Apennin.

Diorites.

Le diorite n'est signalé que dans l'Albanie (p. 345). Il s'y présente avec toutes les variétés qu'on observe dans les Pyrénées. Il est plus ou moins feldspathique, et passe à du feldspath tenace comme celui des euphotides. Quelquefois il est basaltoïde, et, dans certaines localités, il est accompagné de brèches ou mélangé de masses considérables de serpentine. La diallage en roche y est plus rare. Ces éruptions se sont produites à travers les schistes crétacés qu'accompagnent des calcaires et des grès. Ces derniers, tout à fait méconnaissables, semblent avoir été fondus et sont passés à l'état de quartzite à grain fin; les calcaires compactes sont devenus grenus, et les schistes ont pris l'aspect de jaspe rouge, vert ou jaune. C'est dans le massif montagneux qu'entoure le Drin-noir, depuis sa jonction avec le Drin-blanc, jusqu'à Lesch, près de son embouchure, que l'on voit le plus grand développement de diorites, soit seuls, soit associés à la serpentine et formant des bandes rapprochées et allongées de N.-N.-O. au S.-S.-E. Le diorite existe seul en Servie aux environs de Kragouiévatz (3), mais il est accompagné de serpentine et de roches diallagiques dans toutes les autres localités, comme au sud de Karanovatz.

Trachytes.

Les trachytes se montrent particulièrement dans la vallée de l'Ibar et dans celles de ses affluents; au delà et à peu de distance, ils affluent dans la vallée de Grouia et dans les monts Dongopoliana et Rogosna, non loin de Novi-Bazar. Une ligne tirée de la vallée de Grouia à Mitrowitza, où s'arrêtent les produits trachytiques, fait voir que les éruptions se sont effectuées suivant une direc-

(1) A. Viquesnel, *loc. cit.*, 2e partie (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, p. 293).
(2) *Loc. cit.*, p. 344.
(3) A. Viquesnel, *loc. cit.*, 1re partie. 1842.

N.-S. ou N. 25° O., à S. 25° E. Le centre de ces phénomènes est entre le mont Kopaonik, en Servie, et Novi-Bazar, en Bosnie.

Ces roches comprennent, outre les vrais trachytes, des porphyres trachytiques et des conglomérats. Sur la pente occidentale du Kopaonik, le porphyre trachytique recouvre la syénite et présente une apparence de stratification. Il forme un filon qui s'élève à travers la syénite jusqu'au sommet de la montagne. Ce filon, dont la pâte est altérée, renferme des grenats grossulaires, du grenat en roche, du fer oxydulé octaèdre, du cuivre hydro-siliceux et du cuivre carbonaté vert. Il se prolonge de l'O. à l'E., coupant presque à angle droit les feuillets du gneiss du versant opposé de la montagne. La syénite du col est séparée du gneiss par le filon métallifère. Le gneiss leptynoïde, rubané, en contact avec le filon, passe, par l'absence de mica, à un pétrosilex également rubané qui alterne avec des zones de grenat compacte.

Au pied de la chaîne, près de Roudnitza, le porphyre trachytique se voit au contact d'une brèche porphyrique coupée par le cours de l'Ibar. La vallée de Kravitscha, entre Roudnitza et Novi-Bazar, est creusée dans un conglomérat semblable avec amphibole, qui renferme des fragments de roches éruptives antérieures, c'est-à-dire le porphyre trachytique du Kopaonik. Les sommets coniques qui couronnent la droite du col paraissent occuper le point d'où le conglomérat s'est épanché à l'état pâteux. Les cônes offrent l'aspect d'une coulée de laves récentes. Dans la vallée de l'Ibar, à partir de celle de Stondenitza jusqu'à Metrovitza, les masses trachytiques alternent d'une manière toute particulière avec des buttes de serpentine.

Près de Novi-Bazar, et sur d'autres points, le trachyte s'est fait jour à travers la formation crétacée. Nulle part il ne se trouve en contact avec le terrain tertiaire, ce qui ne permet pas une détermination précise de son âge. Les dépôts tertiaires marins et lacustres des environs de Kragouievatz, non loin des trachytes de Grouia, n'ayant pas été dérangés, M. Viquesnel en conclut que ces roches pyrogènes, comme celles du Kopaonik, sont antérieures à la formation tertiaire moyenne; mais les trachytes de Novi-Bazar et de Mitrovitza, dont les parties fragmentaires ont été charriées jusque sur la pente méridionale des montagnes de Katschanik, semblent appartenir à la dernière période tertiaire. Les éruptions les plus récentes se trouvent probablement en rapport avec les dislocations qui ont redressé les couches lacustres du bassin du Vardar et celles

de l'arkose trachytique de Katschanik. En résumé, les épanchements trachytiques de la Turquie occidentale auraient commencé avant la période tertiaire moyenne et se seraient terminés dans les premiers temps de l'époque quaternaire.

Dans la Servie, la Bosnie et la haute Mœsie, les roches trachytiques n'occupent que des espaces très limités, comparativement aux grandes étendues sur lesquelles on les observe en Macédoine. Les divers foyers d'éruptions de cette dernière contrée peuvent se rapporter à deux bandes distinctes, placées l'une au sud et l'autre à l'est de la plaine de Moustapha (1). La première, dirigée à peu près N.-N.-O., comprend les trachytes de la vallée de Karadjova, à l'est de Vodena, et ceux qui percent au sud de Kafadartzi, à la base des montagnes, dominant le cours inférieur du Tzerna. Cette bande se trouve ainsi dans le prolongement S.-S.-E. des nombreuses éruptions de la vallée de l'Ibar. La seconde, beaucoup plus considérable, comprend les centres volcaniques les plus importants de ce pays. Les massifs, dont elles se composent, sont arrivés à la surface du sol par des fissures qui se coupent sous des angles très différents. Considérés dans leur ensemble, ils sont disséminés dans un espace allongé du N. au S., dont le grand diamètre est au moins de 30 lieues, et le petit de 12 à 13.

Cette bande renferme les massifs : 1° de Vignitza, de Stratzin et de Tschatsch-han ; 2° de Karatova ; 3° du Dvê-Laberdan ; 4° ceux observés par M. Boué dans le Schiroka-Planina. Ces derniers paraissent être sortis par des fentes dirigées au N.-E. ; les trois premiers, disposés suivant une ligne N. 83° O., à la base des montagnes qui lient le Kara-Dagh et le Dovanitza, atteignent de 900 à 1000 mètres sur les deux versants de la chaîne. Le massif de Vignitza remonte vers le nord dans la vallée du Tsigna, y forme des crêtes dirigées N., S., traverse les montagnes et se prolonge jusque dans la vallée de la Morava-Bulgare ; vers le S. il se lie au groupe de Karatova dont les produits couvrent l'espace compris entre le mont Voukivtza et la vallée du Brégalnitza. Des deux côtés de cette bande, la *péridotite* (trachyte avec péridot) (2), sortie par des fentes dirigées N. 25° O., forme des protubérances à sommets plats, arrondis et

(1) Viquesnel, *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, 2° partie (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2° sér., vol. I, p. 294).

(2) La *péridotite* constitue de nombreuses coulées en Auvergne, principalement à l'est des bains du Mont-Dore.

coniques. Cette roche est accompagnée de scories à Nagoritch ; c'est le *porphyre pyroxénique* de M. Boué qui l'a observé à Bresnik, sur la route de Grlo à Pirot ou Scharkoé. Elle constitue un assez grand plateau entre les bassins du Radomir et de Sophie, et au-devant du mont Vitoschka, sur une étendue de 9 à 10 lieues carrées, et à 856 mètres au-dessus de la mer. Ce plateau a été le foyer principal d'une action volcanique très considérable. A l'est de Grlo, cinq cônes de cette roche pyroxénique sont alignés du N.-N.-O. au S.-S.-E. Elle présente les caractères de certains produits des Féroë, et elle s'est fait jour par une fente dans le terrain tertiaire. Enfin une troisième bande d'éruptions trachytiques dirigée N. un peu E. comprend les groupes de la Samothrace et d'Imbro, ceux de la vallée de la Maritza et ceux du bassin tertiaire de la Thrace.

Dans cette dernière province, le trachyte forme des séries de buttes ou des groupes de monticules entre Jeni-Sagra, Jamboli et la Toudja, près de Karabounar, au nord-est du Rhodope et de Karabounar à Fered. Ces roches paraissent être en relation avec celles de la Samothrace, comme on vient de le dire, et avec celles des îles de Lemnos et de Ténédos. Le plus grand amas de porphyre pyroxénique ou péridotite se trouve d'ailleurs beaucoup plus au nord de la sommité. C'est celui des environs d'Aidos sur la côte occidentale de la mer Noire au pied du Balkan.

Les rives du Bosphore du côté de la mer Noire sont également trachytiques. Les éruptions ignées, dit M. de Verneuil (1), occupent une surface à peu près égale sur les deux bords. Ce sont des trachytes généralement gris, auxquels sont associés des conglomérats dont les fragments anguleux sont très variés. On y remarque, outre plusieurs variétés de trachytes, du phonolite, du basalte, des roches à base d'obsidienne, des wackes avec nodules de calcédoine, d'onyx, d'opale, etc. Ces brèches occupent les trois quarts de l'espace sur lequel ont eu lieu les éruptions ignées, forment les escarpements du Bosphore à son embouchure et les îles Cyanées, ainsi nommées à cause de leur teinte bleuâtre (2). La rive asiatique correspond

(1) *Note géologique sur les environs de Constantinople* (*Bull.*, vol. VIII, p. 268, 1837). — Voyez aussi : Ch. Texier, *Exposition sommaire de la constitution géologique de l'Asie Mineure* (*Compt. rend.*, vol. IV, p. 465, 1837). — Strickland, *Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, p. 385.

(2) Voyez pour l'âge de ces îles, *antè*, vol. II, p. 913.

assez exactement à celle de l'Europe. Le contact des trachytes avec les schistes et les calcaires de transition se voit au vieux château Génois, presque en face de Bujuk-Déré. En sortant de Scoutari au nord, un massif de trachyte se montre encore complétement isolé.

M. Boué mentionne en outre un *porphyre syénitique*, désigné par M. Viquesnel sous le nom de *porphyre trachytique amphibolifère*, et qui paraît être propre à la Servie et à la Bosnie tout à fait orientale. Il affleure en plusieurs points de la chaîne du mont Avala au sud de Belgrade, et de celle de Roudnik à l'ouest de Kragouievatz. Il est accompagné de filons métallifères, composés d'une pâte pétrosiliceuse, renfermant de la pyrite magnétique, de la blende lamellaire, de la pyrite cuivreuse, de la galène, des grains de quartz, etc. Porphyres.

Le porphyre syénitique se montre à Pokoudovatz, près de Karanovatz, à la cime du mont Kopaonik, vers le haut et le bas de sa pente occidentale, à Roudenitza et sur les bords du Raschka, dans le pachalik de Novi-Bazar. M. Boué y rapporte certaines roches de la Bosnie et de la Mœsie supérieure, et, dans la Macédoine, les roches syénitiques métallifères de Karatova en feraient également partie, ainsi que les porphyres analogues de la Hongrie, de la Transylvanie et du Bannat. D'après M. Viquesnel, le porphyre précédent aurait percé les roches crétacées, suivant une direction coïncidant avec celle du système de soulèvement de la Corse et de la Sardaigne, ce qui placerait son apparition entre les formations tertiaires inférieure et moyenne (1).

Considérés dans leur ensemble, les massifs trachytiques se composent de porphyres trachytiques, de trachytes, de péridotite, de conglomérats et de trass (2). Les deux premières roches occupent généralement la partie centrale et forment des coulées superposées que séparent ordinairement des bancs de trass ou de conglomérat. Ces deux derniers produits stratifiés par les eaux se trouvent plus fréquemment à la partie extérieure. Ils renferment quelquefois des alunites et des *porphyres siliceux molaires*. Les coulées qui se rattachent aux filons et aux dykes, si fréquents au milieu des massifs, se réunissent et se soudent pour ainsi dire à leurs extrémités. Les Observations générales.

---

(1) Les directions données par M. Boué en Servie (p. 334) et au mont Kopaonik ne s'accorderaient pas avec cette conclusion.

(2) Viquesnel, *loc. cit.* (*Mém. de la Soc. géol.*, 2e sér., vol. I, p. 295).

filons et les dykes se composent de porphyre trachytique micacé, caractérisé tantôt par des cristaux de quartz, tantôt par des cristaux d'amphibole. Quelques uns renferment de la galène argentifère aux environs de Karatova.

Les premières éruptions trachytiques de la Macédoine ont précédé la formation tertiaire moyenne qui les recouvre sur plusieurs points et dont elle renferme les débris dans ses couches inférieures. Ce sont les *porphyres trachytiques amphibolifères* (porphyres syénitiques de M. Boué). Des éruptions plus récentes ont redressé à Vignitza, suivant une direction N.-O., les couches tertiaires qui ont continué à se déposer à leur base. Enfin la péridotite (porphyre pyroxénique de M. Boué) est venue à la surface du sol après le dépôt de la mollasse qu'elle a soulevée, puis recouverte de ses nappes de scories.

En résumé, les rapports observés par M. Viquesnel, entre les roches d'origine ignée et les terrains stratifiés de la Turquie d'Europe, l'ont conduit à admettre les résultats suivants : « 1° le granite, » la syénite et le diorite qui les accompagne, n'ont redressé que les » schistes cristallins; 2° la protogine, la serpentine, l'euphotide et » le diorite associés aux deux dernières roches, ont soulevé les » couches crétacées; 3° le trachyte, dont les premières éruptions » sont antérieures à la formation tertiaire moyenne, a continué à » s'épancher après son dépôt. »

M. Boué a fait remarquer en outre (p. 371), qu'il n'y a point de basalte en Turquie, et que la direction dominante des roches éruptives, ancienne et moderne, est N., S. ou N.-N.-O., S.-S.-E., ce qui indiquerait que l'action ignée ne s'est guère déplacée pendant un laps de temps énorme, et qu'elle a seulement modifié ses produits.

Pendant son dernier voyage en Turquie, auquel il a consacré toute l'année 1847, M. Viquesnel (1) a examiné les roches ignées, situées au nord de Péra, à Bechiktach sur le Bosphore, à Kila et à Fanaraki, en face des îles Cyanées, roches que nous venons de voir rapportées généralement au trachyte, mais qu'il regarde avec M. Cordier comme des porphyres pyroxéniques, dont l'éruption est plus ancienne que ne l'avait pensé M. Virlet. Au cap Kara-Bournou, le calcaire nummulitique renferme une grande quantité de fragments roulés d'une roche qui paraît être identique avec celle des

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 514. 1850.

îles Cyanées (porphyre pyroxénique). Ainsi l'apparition de ces dernières serait antérieure à la période des Nummulites, et quelques roches ignées analogues auraient précédé les dépôts crétacés, puisque Hommaire de Hell (1) a trouvé le *Pecten quadricostatus*, Sow., près de Kila, dans un grès qui paraît être contemporain des produits ignés avec lesquels il semble alterner.

Des éruptions plus récentes ont fourni une partie des matériaux qui composent la mollasse et les dépôts de lignite de la formation tertiaire moyenne. Le mélange des Nummulites et des détritus d'origine volcanique existe sur tous les points de la Turquie d'Europe où se montre la formation nummulitique. Dans le Rhodope, les produits ignés mélangés sont ordinairement des trachytes, et rarement ils sont pyroxéniques. Les dépôts sédimentaires recouvrent souvent les roches éruptives ou les conglomérats qui en dépendent.

§ 2. Grèce et îles voisines.

Nous avons décrit les serpentines de la Turquie d'Europe, quoiqu'il soit peu certain qu'elles aient toutes surgi après la formation crétacée ; néanmoins, comme les couches de cette formation ont été traversées, modifiées et dérangées par l'arrivée de ces roches, et que ces dernières ont, par leur association avec des euphotides et quelquefois des diorites, une grande analogie avec celles que nous avons mentionnées dans le nord, le centre de l'Italie et les îles adjacentes, nous ne commettons sans doute pas une erreur bien grande en les rapprochant les unes des autres et en les supposant contemporaines, ainsi que l'a proposé M. Boué. Mais il n'en est probablement pas de même des serpentines de la Morée, car MM. Boblaye et Virlet fixent de la manière la plus précise l'apparition des serpentines, les moins anciennes de ce pays, entre le dépôt des calcaires lithographiques de leur *deuxième étage* et celui du grès vert de l'*étage supérieur crétacé*, et M. Sauvage s'est rangé à cette opinion pour les serpentines de l'Eubée. Nous verrons d'ailleurs plus tard quelle incertitude règne encore sur l'âge de ces calcaires et de ce grès rapportés à la craie et avec lesquels nous décrirons les serpentines qu'on y rencontre.

Dans la basse Thessalie, la Béotie, l'Attique, l'Eubée et la Morée, les roches ignées de l'époque tertiaire proprement dite paraissent

(1) *Ib.*, p. 505.

manquer tout à fait. De plus, comme en Turquie, les basaltes n'existent pas en Grèce ni dans l'Archipel. Ainsi de ces deux roches qui se sont succédé sur les mêmes points dans un si grand nombre de localités du centre et de l'ouest de l'Europe, l'une, le trachyte, n'a été signalé qu'en deux endroits très distants sur sa limite occidentale extrême, l'autre, le basalte assez répandu sur cette même limite, n'a point encore été constaté dans toute sa partie orientale, où, de même que dans le sud de l'Europe, les serpentines s'étaient fait jour longtemps auparavant.

Les trachytes de la Grèce ne s'observent que dans les îles et dans la péninsule de Méthana. Ainsi, dit M. Virlet (1), ils se montrent dans le groupe de Santorin, les rochers de Christiania, l'île de Milo et probablement celle d'Anti-Milo, dans les îles de l'Argentière, de Polino, de Polykandros, dans les écueils de Kténia, des Annades, de Phalkonera, de Karavi, dans la petite île de Kayméni ou Belo-Poulo, puis à Poros, à Égine et dans la presqu'île de Méthana. Dans la partie septentrionale de l'Archipel ils existent dans les îles de Skyros, de Samothraki, de Lemnos et de Ténédos. En général les trachytes se présentent, comme les granites et les porphyres, en masses fendillées et fragmentaires, sans aucune trace de stratification, et paraissent avoir été soulevés à l'état pâteux ou presque solide. Ils forment des pitons ou mamelons, tantôt isolés, tantôt réunis en groupes. Les dômes sont le plus ordinairement à pentes raides, très escarpées et d'un accès fort difficile.

Presqu'île de Méthana.

Située à l'extrémité de l'Epidaurie et de la plaine de Trézène, la presqu'île de Méthana forme un massif de 741 mètres d'altitude, presque circulaire, couronné de crêtes inégales, composé en grande partie de trachyte, et se rattachant au sud à des calcaires compactes gris de la formation crétacée. Une coulée en nappe continue, de $1^{m},60$ à 2 mètres d'épaisseur, paraît avoir été précédée par un trachyte solide, dont les fragments constituent au-dessous un premier lit incohérent. Le trachyte est poreux et scoriacé sur ses deux faces comme les laves ordinaires. Il s'est étendu sur des calcaires et des grès quartzeux du *premier grès vert*. Ici, comme à Égine, la première apparition de ces roches a précédé la formation tertiaire supérieure. Elle a donné lieu sur ces deux points à des conglomérats trachytiques, accompagnant les dépôts sédimentaires.

---

(1) *Géologie et minéralogie de la Morée*, p. 239, in-4, avec Atlas. Paris, 1833.

Le massif de Méthana, si remarquable par ses formes abruptes, résulte de plusieurs soulèvements indiqués par les diverses sortes de trachyte, et les traditions même du pays ont conservé le souvenir de plusieurs catastrophes qui y seraient arrivées depuis l'établissement des premières colonies. Les roches trachytiques offrent assez souvent une disposition cratériforme, ou bien des vallées arrondies et profondes. Leurs variétés consistent en trachytes gris-blanchâtre granitoïdes, en porphyres trachytiques, en trachytes rouge-brun qui sont souvent scoriacés et les plus répandus, en trachytes lie de vin ou noirs et poreux, et en porphyres trachytiques noirs qui occupent une surface assez étendue de la partie occidentale de la presqu'île.

L'île de Poros, située le long de la côte de l'Argolide, comprend deux massifs : l'un composé de roches secondaires et de serpentines, l'autre de trachytes et allongé dans la direction du système de soulèvement de l'Achaïe, avec lequel l'apparition des trachytes de la partie méridionale de l'Archipel paraît être en rapport. La roche qui, plus que partout ailleurs, semble avoir été soulevée à l'état solide ou demi-pâteux, doit être peu ancienne et n'est recouverte par aucun sédiment. La ville actuelle de Poros est bâtie sur le mamelon trachytique. Les conglomérats qui accompagnent la roche ignée, sont des espèces de trass gris-cendré, blanchâtres, avec des bandes composées de gros grains ou de fragments de diverses grosseurs, mais sans stratification prononcée. M. Virlet signale des variétés de trachyte, toutes très cristallines et très rugueuses; elles sont bleues ou rougeâtres, granitoïdes et lie de vin avec beaucoup de feldspath vitreux, du mica noir et des grains de quartz hyalin, ou bien granitoïdes avec des cristaux de feldspath jaunâtre, du mica noir et de l'amphibole, et enfin gris bleuâtre avec du mica, des cristaux de feldspath, des grains de quartz et de l'amphibole. Ile de Poros.

L'île d'Égine est le plus occidental des massifs trachytiques du sud de la mer Égée qui appartiennent à une large bande irrégulière, assez rapprochée de la direction du golfe de Lépante. Ces massifs ont surgi dans la mer tertiaire et sont tous situés sur le côté méridional de l'axe granitoïde qui divise en deux parties le bassin de la mer Égée. Tous ces pointements trachytiques ont, en outre, conservé jusqu'à l'époque actuelle un centre ou foyer d'actions ignées, en sorte qu'ils n'ont pas cessé d'être les points de moindre résistance de cette partie de la croûte terrestre. Dans chaque massif les variétés de trachyte paraissent être assujetties à un certain ordre. Ile d'Égine.

Contrairement à ce qu'il avait exprimé (p. 240), l'auteur dit ici

(p. 251), que les roches ignées sont divisées en bancs parallèles et réguliers, conservant sur de grandes distances la même direction et la même inclinaison. Dans l'île d'Égine, ces bancs suivent deux directions: l'une O.-N.-O., E.-S.-E., l'autre O.-S.-O., E.-N.-E., cette dernière étant à peu près parallèle au système de soulèvement de l'Erymanthe. La plupart des massifs trachytiques de l'Archipel représentant encore un centre d'actions ignées qui ont, soit soulevé de nouvelles roches, soit seulement modifié celles qui avaient déjà paru, M. Virlet s'est attaché à distinguer les produits de ces altérations d'avec les roches qui ont conservé leurs caractères primitifs. Ces dernières comprennent des trachytes bleus, porphyroïdes, des trachytes granitoïdes, des trachytes euritiques, des domites et des trachytes porphyroïdes rouges. Les roches altérées ont donné des alunites et divers conglomérats trachytiques.

Groupe de Santorin.

(P. 258.) Nous avons déjà parlé (*anté*, vol. I, p. 539) des îles du groupe de Santorin, relativement aux phénomènes de l'époque moderne; nous y reviendrons ici pour traiter des roches volcaniques anciennes. C'est d'ailleurs un sujet que M. Virlet a étudié d'une manière spéciale, et qui offrait en effet un intérêt particulier.

Santorin, l'ancienne Théra ou Kaliste (la Belle), considérée dans son ensemble avec Thérasia et Aspronisi qui, dans l'origine, ne faisaient qu'un seul tout, offre extérieurement la forme d'un cône tronqué, très surbaissé, d'environ 36 milles géographiques de circonférence, et dont la base est à peu près elliptique. Son centre est un vaste golfe ou cratère également elliptique, d'environ deux lieues du N. au S., et d'une lieue et demie de l'E. à l'O. Santorin, Thérasia et Aspronisi, dont la séparation remonte à une époque reculée, présentent, vues de loin, une surface blanchâtre, mais, lorsqu'on s'en rapproche du côté de l'intérieur ou du N.-O., elles montrent des flancs abruptes et déchiquetés. Ces escarpements sont composés de zones rouges, grises, noires ou brunes, alternant avec des bandes blanches. Après avoir dépassé le canal qui sépare Thérasia de Santorin, les trois *Kaïméni* ou *îles brulées* (1) apparaissent à la fois, et leurs teintes sombres contrastent fortement avec l'azur de la mer

(1) Nous continuons à écrire ce nom comme précédemment, mais nous ferons remarquer que les auteurs de la géologie de la Morée ont écrit dans le texte de leur ouvrage *Kaymméni*, sur la planche 2 *Kaïméni* et sur la planche 5 *Kaimeni*. Dans le *Bull.*, vol. IX, p. 170,

qui les entoure, et avec les masses blanchâtres qui couronnent les îles voisines.

A l'exception des montagnes de Saint-Élie, de Saint-Etienne, de Saint-Guillaume et du monolithe de Messaria qui sont en calcaires grenus, peut-être avec quelques schistes argileux, tout le reste de l'île est d'origine volcanique, et composé principalement de conglomérats trachytiques, incohérents, de cendres, de trass, de pépérinos et de lapilli, alternant avec quelques coulées trachytiques. Thérasia et Aspronisi qui représentent deux lambeaux du périmètre du cône, dont Santorin ne forme que les deux tiers, ont absolument la même constitution géologique.

A la surface de ces trois îles règne un conglomérat blanc avec des fragments de trachyte, et les escarpements de l'intérieur du golfe sont composés de couches discontinues de matériaux plutôt mélangés que réellement superposés suivant leur ancienneté. Au milieu de ces produits de déjection, disposés tantôt en assises très puissantes, tantôt en lits minces, on remarque, à diverses hauteurs, quelques coulées de laves trachytiques ordinairement fort étroites; de sorte que l'escarpement intérieur qui donne une coupe verticale complète de l'île, offre vers le haut une portion de grand cercle continu, et vers sa base une réunion de nappes interrompues et même entrelacées les unes dans les autres.

L'escarpement que l'on parcourt, lorsqu'on monte du port à Phira, permet d'observer au bord de la mer un massif puissant de conglomérat rose ou trassoïte, avec des fragments de trachyte noir, vitreux et compacte, de scories rouges et de porphyres trachytiques; au-dessus viennent des couches minces de trass, de lapilli, de cinérite endurcie, de teintes variées, puis une coulée de lave noire ou porphyre trachytique, smalloïde, renfermant des fragments d'autres trachytes. Plus haut se montre une assise de 50 mètres d'épaisseur avec un conglomérat rouge et d'autres conglomérats, des trassoïtes gris, noirs, jaunes ou rouges; le tout surmonté du banc épais de trachyte qui règne au-dessus de Phira, et qui supporte la grande assise de conglomérat blanc que l'on a vue former le sol superficiel des trois principales îles du groupe. L'épaisseur de cette dernière

---

M. Virlet écrit *Kaïméni*; M. de Buch (*Descript. phys. des îles Canaries*) *Kameni*; l'abbé Pègue, *Camène*; les officiers anglais qui ont récemment donné un nouveau lever du groupe écrivent *Kaimenis*, et M. Ch. Daubeny (*A description of volcanoes*) écrit *Cammeni*.

est très variable; elle incline comme les autres du pourtour du cratère vers la circonférence extérieure où elle plonge sous la mer, enveloppant ainsi la base du terrain ancien de la partie sud de Santorin.

Le petit Saint-Élie, au nord de Skoro, paraît avoir été un centre particulier d'éruption, d'où sont sortis les trachytes noirs, scorifiés, et les trachytes rouges ponceux qui en entourent le pied, ainsi qu'un porphyre trachytique brun rouge, rempli de cristaux de feldspath vitreux, et dont la pâte devient plus noire à mesure que le nombre des cristaux diminue.

Thérasia est le prolongement de la pointe septentrionale de l'ellipse décrite par l'escarpement intérieur de Santorin, dont, suivant Pline, elle a été séparée par un tremblement de terre, dans la quatrième année de la 135[e] olympiade, ou l'an 236 avant J. C. Les deux escarpements opposés offrent en effet, à très peu près, la même succession de roches. Aspronisi, ou île Blanche, l'ancienne Automaté, qui marque, comme un second jalon, le périmètre de l'ancien cratère, n'est qu'un écueil inhabité, moins élevé que Santorin et que Thérasia, mais formé des mêmes roches. Les escarpements opposés d'Aspronisi et de la partie occidentale de Thérasia d'une part, et ceux de la pointe d'Akrotiri de Santorin de l'autre, s'accordent encore pour démontrer leur ancienne liaison. La date de la séparation d'Aspronisi n'est pas connue, mais M. Virlet la regarde comme ayant aussi eu lieu dans l'époque moderne.

Les îlots intérieurs, Hiéra et Thia, puis Mikro-Kaïméni, se sont élevés comme on l'a vu (*antè*, vol. I, p. 540) depuis les temps historiques, et Néo-Kaïméni, le dernier produit des forces volcaniques sur ce point, a paru de 1707 à 1712.

Nous ne nous occuperons pas ici de ce groupe d'îles au point de vue de la théorie des cratères de soulèvement qu'on lui a appliquée, et dont nous avons dit quelques mots en parlant des volcans modernes; nous y reviendrons lorsque nous traiterons de la question théorique elle-même; mais nous ajouterons aux opinions déjà émises à cet égard que M. Domnando (1), tout en s'accordant pour les faits avec M. Virlet, adopte l'opinion de MM. de Buch et Élie de Beaumont qui considèrent ce groupe comme un exemple de cratère de soulèvement, tandis que M. Lyell (2) y voit à la fois le résultat de soulèvements, d'abaissements et de dénudations. Ce dernier géologue

(1) *Atti della prima riun.*, etc., p. 82, in-4. Pise, 1839.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 215. 1849.

s'est particulièrement appuyé sur les recherches orographiques et topographiques récentes de MM. Graves, Leycester et Mansell, recherches dont nous exposerons les principaux résultats, parce qu'elles viennent compléter d'une manière heureuse la connaissance des caractères physiques de ce petit archipel.

La crête sous-marine du cratère, tracée du cap Akrotiri (Santorin) à Aspronisi, est à une profondeur qui varie de 9 à 10 mètres, et entre Aspronisi et Thérasia elle n'est, aux écueils de Mansell, que de 2^{m},73. A partir de cette crête, la profondeur augmente rapidement à l'intérieur du golfe. Le troisième canal, qui sépare Thérasia de la pointe la plus rapprochée de Santorin, forme une brèche qui interrompt la continuité de la muraille immergée entourant la grande dépression elliptique centrale; sa profondeur au milieu est de 356^{m},50, à peu près celle des parties les plus basses du golfe. A l'extérieur les sondes s'accroissent beaucoup moins vite qu'au dedans; néanmoins, par places, comme à 2 milles au sud-ouest d'Aspronisi, des sondes de 357 à 375 mètres montrent que le fond du golfe est encore au-dessus de celui de la mer environnante.

Les points les plus profonds du golfe (389 mètres) sont situés précisément entre les côtes les plus élevées, c'est-à-dire entre Mérivali (Santorin) et les falaises opposées de Thérasia, distantes de 4 milles. Au-dessus de Mérivali, la hauteur de l'escarpement est de 356 mètres, et celle de la falaise de Thérasia de 284^{m},50. De chaque côté l'escarpement est fort abrupte et en grande partie perpendiculaire. Si, par conséquent, dit M. Leycester (1), on suppose que le cratère soit vide, un observateur placé à Marivali aura sous les yeux un abîme de 745 mètres de profondeur, dont le fond est occupé par des argiles brunes et rouges, et qui, du côté opposé ou de Thérasia, aurait 71 mètres de moins. Une vaste cavité circulaire, qui n'aurait nulle part moins de 365 mètres de profondeur sur 18 milles de circonférence, serait entourée de falaises, ou murailles, interrompues en un point par une brèche de 356 mètres de haut.

Au milieu de cette cavité, une montagne volcanique offrirait, par rapport à la mer environnante, la disposition qu'affecte le pic de Ténériffe par rapport au fossé et à l'escarpement qui le circonscrivent, et celle du volcan central de l'île Barren relativement au canal et à la ceinture de rochers qui l'entourent. La montagne centrale du groupe de Santorin a 5 milles 1/2 de circonférence à la base,

(1) *Geographical Soc. of London*, 1849.

et tout autour les eaux sont très profondes. Son plus grand diamètre du N.-E. au S.-O. est de 2 milles; elle présente cinq sommets, dont trois sont actuellement au-dessus du niveau de la mer; ce sont les Kaïméni dont nous avons parlé, et deux autres qui sont encore au-dessous. L'élévation de ces îles résulte non seulement de cônes formés par l'entassement de matières fragmentaires, mais aussi d'un soulèvement partiel en masse qui a mis à sec un lit de cendre ou pumite rempli de coquilles marines dont les analogues vivent à présent dans le voisinage. L'état de ces coquilles prouve que les animaux ont péri subitement, enveloppés dans une pluie de cendres, et, d'après leurs espèces, M. E. Forbes (1) pense qu'elles ont dû être soulevées d'une profondeur d'au moins 67 mètres. Ce mouvement a d'ailleurs été purement local, et n'a laissé aucune trace aux environs.

En résumé, dit M. Lyell, toute l'histoire de ces îles centrales montre qu'elles doivent leur origine à l'action intermittente et caractéristique des volcans, et elles ne justifient point l'hypothèse d'une seule explosion paroxysmatique, par laquelle une grande montagne ou un vaste cratère aurait été formé tout d'un coup. Si, d'un autre côté, l'action dénudante de la mer n'avait pas entraîné les portions centrales de l'ancien cône, toutes ces masses de laves trachytiques brunes et de pumite, qui ont concouru à la production du cône central actuel, représenté par les Kaïméni, auraient pénétré dans les fentes en les remplissant, et se seraient étendues au delà comme les laves et les scories d'un orifice permanent. Si le grand cône fût resté entier, il y a peu de doute qu'une partie considérable des matériaux des Kaïméni ne se fût accumulée sous forme de cônes latéraux ou *parasites*, et, s'il en avait été ainsi, les assises volcaniques qui entourent aujourd'hui le golfe de Santorin auraient été traversées par des veines ou dykes de matières fondues, ce qui n'a pas lieu.

Sans vouloir entrer ici dans une discussion théorique à ce sujet, nous ne pouvons cependant nous empêcher de faire remarquer, que ni la grande dénudation invoquée par M. Lyell, ni le mode de formation ultérieure des îlots qui représentent aujourd'hui le cône central, ne sont incompatibles avec l'hypothèse d'un soulèvement général antérieur auquel serait due la disposition actuelle des trois îles qui circonscrivent le golfe de Santorin, disposition tout à fait

(1) *Rep. Brit. Assoc.* 1843.

comparable, surtout avec les données orographiques précédentes, avec ce que l'on observe dans un grand nombre de volcans anciens auxquels la théorie des cratères de soulèvement a été appliquée. Nous serions disposés à voir ici des phénomènes successifs et parfaitement distincts, et l'absence de dykes ou de filons dans les parois du cirque n'est qu'un fait négatif qui prouverait seulement que les choses ne se sont pas passées absolument de la même manière que dans les massifs où on les observe.

En parlant du terrain tertiaire de Milo (*antè*, vol. II, p. 899), nous avons exposé la divergence des opinions émises sur le mode de formation de cette île, et nous allons y revenir en nous occupant de ses caractères physiques et de ses roches ignées. Ile de Milo.

La partie sud-est de l'île, qui atteint une élévation de 756 mètres, appartient aux roches anciennes (calcaire grenu, schiste argileux, micaschiste, gneiss, granite, diorite et serpentine, avec une grande quantité de minerai de fer). La partie nord-ouest est formée de trachytes constituant plusieurs montagnes coniques, dont la plus élevée est celle de Palæo-Castro, sur le flanc de laquelle est bâtie la ville de Milo. Souvent aussi les trachytes se terminent par un plateau horizontal. Le trachyte brun règne depuis la pointe nord ou cap Kherdari jusques et y compris la montagne de Kastron, élevée d'environ 500 mètres. Entre le cap Bombarda et le débarcadère, les trachytes sont gris-blanchâtre avec du mica noir, de l'amphibole et du feldspath vitreux. Toutes ses roches affectent une structure massive, fragmentaire, et semblent, suivant M. Virlet (286), avoir été soulevées verticalement avant le dépôt tertiaire supérieur qui les recouvre en partie. Vers le nord-est, sont des porphyres trachytiques, gris-noirâtre, un peu celluleux, employés comme pierres à aiguiser. En face de l'Argentière, il y a d'autres porphyres trachytiques gris-noirâtre prismatiques, plus anciens aussi que le terrain tertiaire, disposés en colonnades comparables à celles des basaltes des îles Hébrides. Ces trachytes prismatiques s'avancent dans la mer en forme de jetée, et circonscrivent, avec un écueil appelé Kalogéri, également composé de trachyte colonnaire, l'espace qu'occupe le port d'Apollonia.

D'après M. Sauvage (1), le trachyte du mont Kalamo est en partie enveloppé de tuf ponceux qui, malgré sa faible inclinaison, aurait

---

(1) *Descript. géol. de l'île de Milo* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. X, p. 69, 1846, avec carte). — Voyez aussi : V. Fielder, *Reise*

été soulevé par la roche ignée. Le sommet de la montagne offre une enceinte circulaire bordée de trachytes altérés et de ponces. Ces roches sont imprégnées de soufre, et il s'en dégage des vapeurs sulfureuses. Le sol de cette solfatare est un sable mélangé de soufre, d'alun et de cimolite. A quelques décimètres de profondeur, la température est fort élevée, et il en sort, par l'agitation du sol, d'épaisses vapeurs d'acide sulfurique et d'eau. Sur le sommet, on remarque également une couche de fragments de micaschiste et de quartz; c'est un lambeau du dépôt détritique que le soulèvement du Kalamo a porté à cette hauteur.

Dans ses conclusions (p. 96), M. Sauvage admet deux périodes distinctes pour la formation des roches volcaniques de Milo. La première, dit-il, est celle de l'épanchement des trachytes qui ont fourni les éléments du tuf ponceux; la seconde est marquée par le soulèvement des masses trachytiques, qui a suivi le dépôt du terrain tertiaire supérieur ou sub-apennin. Peut-être remarquera-t-on un peu d'obscurité dans cet énoncé de l'auteur, car on peut également concevoir ou deux apparitions de trachytes, ou bien que les mêmes roches ont été soulevées à deux reprises. Cette dernière interprétation, qui est probablement la véritable, n'a pas été suffisamment expliquée ni développée, et la distinction entre les deux phénomènes ignés n'a pas été non plus nettement établie. L'apparition des trachytes sur plusieurs points à la fois, continue-t-il, est postérieure aux couches fossilifères qu'ils ont soulevées et brisées sur de grandes surfaces. Ainsi, comme on vient de le dire, ce *soulèvement* est bien séparé de l'*épanchement*, antérieur même aux tufs formés aux dépens de ces mêmes trachytes. On reconnaît en outre les traces de beaucoup de cratères de soulèvement. Des lignes de brisure viennent se croiser en divers sens, et des lambeaux détachés de couches tertiaires ont été portés à de grandes hauteurs sans avoir sensiblement perdu de leur horizontalité.

Tout le polygone extérieur de l'île a été plus fortement relevé que les parties centrales, ce que M. Virlet avait déjà fait remarquer, et ce qui rend compte de la forme particulière de l'île. Les principaux massifs trachytiques sont alignés N. 20° O. au S. 20° E., direction moyenne de l'échancrure de la rade et du dernier soulèvement du pays. M. Sauvage ne pense pas que, comme l'avait admis M. de

---

durch alle Theile des Konigreiches Greichenland. Leipzig, 1841. — *Russegger. Neu. Jahrb.* 1840.

Buch, à cause d'une analogie de forme avec Santorin, l'espace circulaire de la rade de Milo soit dû à un cratère de soulèvement.

Quant aux divers produits d'altération, tels que l'alunite, les pierres meulières qui sont des brèches ponceuses, des pépérinos, des conglomérats trachytiques silicifiés et passés à l'état de silex carié, alunifères, etc., puis la ponce, le soufre, le sel, le gypse, la cimolite, etc., que M. Virlet avait aussi étudiés en détail, ils ont été l'objet d'un nouvel examen de la part de M. Sauvage.

Ile de Cimolis ou l'Argentière.

L'île d'Anti-Milo ou de Remonilo, située au nord-ouest de la précédente, paraît être aussi trachytique, et celle de Cimolis ou de l'Argentière, au nord est, est encore volcanisée (1). On trouve dans cette dernière des roches anciennes, des trachytes, des conglomérats trachytiques et ponceux, et des dépôts tertiaires supérieurs (*anté*, vol. II, p. 900). Le seul bourg de l'île est situé sur une montagne de trachyte porphyroïde brunâtre. Les conglomérats trachytiques et ponceux, les trass, les pépérinos qui se voient partout, ont été pour la plupart changés en alunite. Toutes les variétés blanches, roses, rouges, zonées, pulvérulentes et silicifères s'y présentent comme à Milo, ainsi que les conglomérats ponceux changés en silex molaire.

M. Virlet attribue la formation de certaines roches porphyroïdes à des modifications postérieures qui auraient favorisé le développement des cristaux de feldspath, et l'on peut suivre horizontalement, dit-il, tous les passages entre les parties les moins altérées et celles qui l'ont été le plus. Certains porphyres ou trachytes auraient pu se former sur place par suite d'actions chimiques et électro-chimiques, exercées sur des roches d'agrégation mécanique préexistantes. Il cite à l'appui de cette théorie métamorphique, poussée un peu loin suivant nous, ce qu'il a observé à Imbros, l'une des îles de la Thrace, où un grès jaunâtre, feldspathique, grossier, a été transformé par places en porphyre trachytique bien caractérisé (p. 301).

L'auteur trouve en outre la plus parfaite ressemblance entre les pierres meulières (*mühlstein porphyr*) des environs de Königsberg, de Schemnitz, de Tokai, etc., ou porphyres molaires tels que nous les avons vus décrits par M. Beudant, et les conglomérats trachytiques, ponceux, modifiés des îles de la Grèce. Aussi ne met-il pas en doute que les roches de la Hongrie n'aient la même origine que celles de Milo et de l'Argentière.

---

(1) T. Virlet, *loc. cit.*, p. 298.

Ile de Polino.

(P. 304) L'île de Polino, ou *île brûlée*, située à l'est des deux précédentes, a une constitution géologique identique, et toutes trois, avec les écueils qui les entourent, forment un groupe tout à fait distinct et en grande partie beaucoup plus récent que les autres îles de l'Archipel. Ce groupe semble reposer sur un vaste foyer volcanique qui a d'abord manifesté sa présence, avant les dépôts tertiaires supérieurs, par l'apparition de plusieurs massifs trachytiques, ensuite par des éruptions sous-marines contemporaines de ces dépôts, et enfin par les produits qui les ont suivis. Depuis la complète émersion de ces îles et le relèvement du terrain tertiaire, son action ne s'est plus signalée au dehors que par des émanations gazeuses, à travers les crevasses du sol, et par la haute température qui s'y est toujours maintenue depuis les temps les plus reculés.

Ile de Polykandros.

(P. 305.) Située entre Milo et Santorin, l'île de Polikandros appartient aussi aux roches ignées trachytiques, et en les reliant *entre* elles, elle semble prouver les rapports de direction entre les phénomènes volcaniques du sud de la Grèce et le système de dis*location* de l'Achaïe.

Ile de Belo-Poulo ou Kaïméni.

L'îlot de Belo-Poulo, placé en face de la côte orientale de la Morée, est composé de deux massifs principaux que sépare une grande fracture. Il est d'origine volcanique, et présente tous les caractères extérieurs que nous ont offerts Milo, Cimolis, Polino, etc.

Ile de Phalkonéra.

L'île de Phalkonéra et l'écueil de Karavi, qui se trouvent également dans la direction de Milo, de Polykandros et de Santorin, semblent encore devoir leur existence aux mêmes phénomènes, ainsi que les écueils de Kténia et des Annades, plus rapprochés de Milo.

Iles de Christiania.

Les îles très escarpées, connues sous le nom de Christiania, sont des pitons trachytiques, situés à quatre lieues au sud-ouest de Santorin. Askania, la plus grande des trois, présente des trachytes de teintes variées, des brecciolcs, des conglomérats trachytiques de plusieurs sortes et de diverses couleurs.

En résumé, l'apparition des trachytes semble due à la première dislocation des gompholites de la formation tertiaire moyenne et être la conséquence du système de soulèvement de l'Erymanthe, qui a précédé les dépôts tertiaires supérieurs. A Égine et à Méthana, comme à Skyros, les trachytes ont redressé les calcaires compactes dans la direction exacte de ce système ou N. 68° à 70° E. De plus, on les a vus à Égine, à Méthana, à Milo, etc., recouverts par la formation sub-apennine. Les roches trachytiques n'en ont pas moins

continué à s'élever pendant qu'avaient lieu les dislocations postérieures, telles que celles des systèmes Argolique, du Ténare, Dardanique, etc. (1), et d'un autre côté, l'ensemble des roches trachytiques de la Grèce méridionale paraît être en rapport avec le système Achaïque ou Pyrénéen antérieur à celui de l'Erymanthe. Aussi M. Virlet fait-il remarquer que, si l'on considère l'apparition des trachytes comme la conséquence et non comme la cause des dislocations et des soulèvements, il sera naturel de trouver ces roches en rapport avec un système de dislocation antérieur à leur apparition; car ce système, ayant été beaucoup plus prononcé dans cette partie de la Grèce que ceux qui l'ont suivi, devait laisser aussi plus de points de moindre résistance pour permettre l'arrivée au jour des roches ignées. Quoi qu'il en soit, les trachytes n'ont pas cessé de se montrer dans ce pays depuis le dépôt des gompholites, et l'on peut dire qu'il y en a eu de contemporains de la dernière formation tertiaire comme de l'époque qui l'a suivie (2).

(1) Lorsque nous traiterons dans le volume suivant de la formation crétacée de la Grèce, nous exposerons les divers systèmes de soulèvement qui ont accidenté sa surface et produit son relief actuel.

(2) Voyez aussi Russegger, *Observations sur les îles de l'Archipel* (*Neu. Jahrb.* 1840, p. 196).

CHAPITRE VII.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'ASIE OCCIDENTALE (1).

§ 1. Asie mineure.

Bosphore de Thrace.

On a déjà vu (*antè*, p. 446 et 448) quelle était la position des trachytes (porphyres pyroxéniques) et de leurs conglomérats à l'entrée du Bosphore, sur la côte d'Europe, le long de la mer, et sur la rive asiatique opposée, ainsi qu'au vieux château Génois, et au nord de Scutari. Sur ce dernier côté du canal de Constantinople, les conglomérats trachytiques, pris dans leur ensemble, sont distinctement stratifiés, et inclinent au N. (2) ; ils alternent avec les trachytes ou reposent dessus. Ceux-ci sont plus ou moins compactes, et passent accidentellement au basalte et au phonolite. Le basalte pousse quelquefois des dykes dans les assises de conglomérat, et sur d'autres points il prend une structure colonnaire. Les conglomérats, et même les fragments qu'ils enveloppent, sont souvent coupés perpendiculairement par des veines parallèles de cornaline ou de diverses variétés de calcédoine. M. Ch. Texier (3) pensait que les deux rives du Bosphore n'avaient jamais été réunies, et qu'au lieu d'avoir été élargi, le canal avait dû être resserré par les éruptions ignées, opinion tout à fait opposée à celle que nous avons énoncée (*antè*, vol. II, p. 913 et 931).

Environs de Smyrne.

La plus grande partie des couches lacustres qui occupent le bassin de Smyrne était déjà déposée lorsqu'il devint le théâtre d'actions volcaniques, et lorsqu'une masse considérable de trachyte,

(1) Bien que le Caucase et la Crimée appartiennent géographiquement à l'Europe, nous en décrirons les produits ignés avec ceux de l'Asie occidentale auxquels ils se rattachent et dont il nous a paru convenable de traiter immédiatement après avoir étudié la Turquie d'Europe et les îles de la Grèce.

(2) H.-D. Strickland, *On the geology*, etc., sur la géologie du Bosphore de Thrace (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 385. 1836-40).

(3) *Compt. rend.*, vol. IV, p. 165. 1837.

soulevée de l'intérieur de la terre, vint à s'étendre sur le fond du lac (1). L'éruption paraît avoir cessé aussi brusquement qu'elle avait commencé, car il n'y a aucune alternance de trachytes et de couches sédimentaires. On n'y observe point de dykes ni d'autres effets indiquant la continuation des phénomènes ignés. Les roches pyrogènes occupent une surface d'environ 5 milles de long sur 2 de large. Une variété brun-rouge, porphyroïde, domine dans toute cette étendue, et parfois tend à prendre une disposition stratifiée. Elle se divise en dalles plus ou moins minces, dont la cassure transverse montre des bandes diversement colorées et parallèles au plan de stratification. Ce caractère existe particulièrement dans une colline située à 2 lieues à l'ouest de Smyrne.

Lorsque le trachyte recouvre les roches de sédiment, une couche de tufa et de pumite se trouve interposée. La partie supérieure du dépôt d'eau douce est un conglomérat de cailloux de quartz, de calcaire à Hippurites et de schistes, sans aucune trace de roche ignée; au-dessous les marnes sont remplies de Planorbes et d'autres coquilles lacustres. Le mont Pagus, auquel Smyrne est adossée, est formé de trachyte et de conglomérats trachytiques, et s'élève d'environ 150 mètres au-dessus de la mer. La ville est bâtie sur des sables d'origine lacustre et inclinés vers les trachytes, sous un angle d'environ 20 degrés. Au nord de Smyrne, les roches ignées, semblables à celles du sud, constituent le mont Cordileon, de 600 mètres d'élévation. Une bande étroite qui descend de la montagne, au midi, est composée de feldspath altéré, jaune ou blanc, teinté de rouge et de brun. Il est doux et savonneux au toucher, et pénétré vers le haut par un dyke de trachyte bleuâtre et rougeâtre. Nous avons déjà exposé (*antè*, vol. II, p. 948) la série des phénomènes ignés et des dépôts sédimentaires qui, d'après M. Strickland, s'est produite aux environs de Smyrne; nous ne pouvons donc qu'y renvoyer le lecteur.

Iles des côtes occidentales de l'Asie mineure.

D'après des renseignements déjà anciens et d'autres plus récents, l'île de Nisyros serait un volcan éteint, avec un cratère écroulé et un cratère lac rempli d'eau sulfureuse. Les hautes montagnes de l'île de Cos sont formées de roches volcaniques anciennes, d'où

(1) H.-D. Strickland, *On the geology*, etc., sur la géologie des environs de Smyrne (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 396. 1837-40).

s'échappent des sources chaudes hydro-sulfureuses (1). Pathmos est entièrement volcanique. Des conglomérats ponceux existent dans l'île de Kolymos, et celle de Télos est peut-être aussi volcanique (2). Si l'on se rappelle que les îles de Scyros, de Lemnos et de Ténédos ont encore la même origine, on reconnaîtra que la crête granitique dirigée N.-N.-O., S.-S.-E., sur le prolongement de la chaîne de l'Olympe et de l'Eubée, et dont les îles d'Andros, de Ténos, de Mycone, de Naxos, etc., ne sont que les cimes émergées, est flanquée au N.-E. comme au S.-O. par une chaîne découpée ou interrompue, mais parallèle, de pitons volcaniques et de produits ignés peu anciens. Cette disposition pourrait être attribuée à deux brisures ou lignes de moindre résistance en rapport avec le soulèvement de la chaîne granitique médiane.

Provinces occidentales de l'Asie mineure.

Dans la Lycie et sur les limites de la Phrygie, des roches serpentineuses paraissent avoir dérangé, à plusieurs reprises, les couches secondaires (*scaglia?*). Autour du mont Solyma, des diorites, des porphyres et des amygdaloïdes seraient plus récents que les serpentines (3).

Les granites et les diorites sont peu répandus dans la partie occidentale de l'Asie mineure, mais les roches trachytiques ont fait éruption sur un grand nombre de points, et elles se montrent sur les flancs ou au fond des vallées fréquemment en contact avec les dépôts tertiaires. Aussi MM. W.-J. Hamilton et H.-E. Strickland (4) les considèrent-ils comme ayant surgi pendant que ceux-ci se formaient. Les produits ignés n'ont affecté les sédiments avec lesquels ils sont en contact que jusqu'à quelques centaines de mètres autour du foyer d'éruption ; d'où l'on peut inférer que les phénomènes volcaniques, quant à leurs effets dynamiques et chimiques, sont tout à fait insignifiants lorsqu'on vient à les comparer à ceux qui ont soulevé les chaînes de montagnes. Les volcans éteints de l'Eifel avaient déjà suggéré cette remarque (*antè*, p. 422).

Les deux savants voyageurs ont signalé le trachyte porphyrique rouge au nord du lac d'Apollonia, le trachyte porphyroïde varié

---

(1) On a vu (*antè*, vol. II, p. 946) qu'une grande partie de cette île était couverte de dépôts lacustres.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 168. 1844.

(3) Ed. Forbes (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 10).

(4) *On the geology*, etc., Sur la géologie de la partie occidentale de l'Asie mineure (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 1. 1841. — *Proceed.*, *id.*, vol. III, p. 102).

près de Kirmasli, du trapp avec mines de fer, et des veines de carbonate de magnésie, autour du village d'Eshen, entre Harmanjik et Taushanli, puis un dyke de basalte qui perce les dépôts lacustres. Dans la vallée du Macestus, des affleurements de trachyte se montrent çà et là, et la plus considérable de ces masses commence au sud de Boghaditza, pour s'étendre ensuite au pied de la chaîne de Demirji. A Ghiediz, on remarque un basalte amygdaloïde, compacte, avec terre verte et augite, de 50 mètres de hauteur, se prolongeant au nord par une coulée de basalte colonnaire qui repose sur des sables et du gravier à cailloux trachytiques. Ainsi, sur ce point, le basalte est évidemment postérieur au trachyte. Cette dernière roche apparaît encore entre Ghiediz et Hushak, à 8 milles au sud de l'Hermus, forme des collines coniques à l'extrémité occidentale de la plaine d'Hushak, et serait plus récente que le dépôt tertiaire des environs. Il y en a aussi dans le district de Catacécaumène, quoique la plus grande partie des roches ignées qu'on y observe soient plus récentes. L'acropolis d'Erythræ était bâti sur un pic isolé de trachyte rouge, qui s'élève abruptement de 75 à 100 mètres au-dessus de la plaine, et présente une fausse apparence de stratification. Enfin il en existe des affleurements à 5 milles au sud-ouest de Boudroun.

Phrygie et Cappadoce. Catacécaumène.

Les roches volcaniques modernes, ou analogues à celles des volcans de nos jours ne se montrent, dans l'ouest de l'Asie mineure, que dans le district de la Lydie, anciennement connu sous le nom de Catacécaumène ou *pays brûlé* (1). Le Catacécaumène est un bassin tertiaire lacustre, entouré de collines de roches schisteuses; il est traversé par l'Hermus, qui en sort à Adala par une gorge étroite qu'il suffirait de fermer pour convertir la contrée supérieure en un vaste lac. Les éruptions volcaniques se sont fait jour au milieu des roches anciennes du bord méridional de ce bassin, et les courants de lave se sont épanchés sur les dépôts lacustres. La sortie des matières paraît s'être effectuée à trois reprises différentes, séparées les unes des autres par un laps de temps considérable.

La première série d'éruptions eut lieu peu avant le dessèchement

(1) Voyez (*antè*, vol. II, p. 951) pour les dépôts lacustres de ce bassin. — Strabon avait été trompé sur l'étendue du district volcanique qui est de 18 à 19 milles de long sur 7 à 8 de large, non compris la coulée qui a suivi la vallée de l'Hermus à Adala. Au temps du géographe grec, il n'existait aucune tradition qui fît mention de l'activité de ces volcans.

du lac, ou presque immédiatement après, alors que les sédiments déposés sur son fond offraient encore une surface continue, horizontale, régulière, et par conséquent avant le creusement de la vallée actuelle. La seconde série est évidemment postérieure à ce dessèchement et à l'excavation des vallées dans les dépôts lacustres; enfin, les éruptions de la troisième série, plus récentes encore, se distinguent des précédentes par leur identité avec les produits que rejettent les volcans modernes.

Parmi les roches de la première période, MM. Hamilton et Strickland indiquent une masse de basalte située au nord de l'Hermus, où elle recouvre une plate-forme de calcaire lacustre. Ce basalte occupe un espace de plusieurs milles, et prend parfois une structure colonnaire; sa puissance varie de 15 à 30 mètres, et le sommet du plateau qu'il occupe est à 260 mètres au-dessus des eaux de l'Hermus. Plusieurs gisements semblables sont signalés sur d'autres points de la vallée.

A la seconde période appartiennent de nombreuses collines coniques, formées de cendres et de scories qui recouvrent les chaînes schisteuses au sud des dépôts lacustres. Ces matières meubles sont répandues le long de la chaîne principale et de ses trois rameaux, et les courants de lave suivent les vallées de dénudation creusées dans le calcaire lacustre. Ces accumulations volcaniques sont caractérisées par la mollesse de leurs contours, comme par l'abondante et riche végétation qui les recouvre. Les cônes de scories sont surbaissés; leur pente est de 20°, et leur cratère a disparu, ou est à peine reconnaissable par une faible dépression centrale. Les scories sont assez altérées pour être cultivées, et sont presque exclusivement plantées de vignes, dont les produits, déjà célèbres au temps de Strabon, le sont encore aujourd'hui. Environ trente cônes volcaniques peuvent être rapportés à cette période, et, comme ceux de la troisième, ils ont été formés depuis l'excavation des vallées; mais la différence d'âge des uns et des autres est aussi bien marquée par l'ordre de superposition de leurs matériaux que par la grande différence de leur état de conservation.

Les cônes de la dernière période, en effet, au lieu d'être surbaissés, arrondis et couverts de végétation, s'élèvent avec des pentes de 30° à 32°, et les cendres comme les scories dont ils sont formés sont tellement meubles, que l'ascension en est très pénible. Quelques arbrisseaux, quelques plantes rampantes croissent çà et là, et la lave qui a coulé des cratères offre ces surfaces rugueuses, inégales

et stériles des produits les plus récents du Vésuve et de l'Étna. Il n'y a que trois volcans de cette période ; tous ont à peu près les mêmes dimensions, et sont placés à égale distance les uns des autres, circonstance qui n'avait point échappé à Strabon. Tous trois s'élèvent du milieu des petites plaines alluviales qui séparent les trois rameaux schisteux, et diffèrent en cela des cônes de la seconde période, situés sur ces mêmes rameaux ou dans leur voisinage immédiat.

La ville de Koola est bâtie à l'extrémité d'un courant de lave sorti du cratère de Karadewit, dont le cône de scories et de cendres rougeâtres s'élève de 160 mètres au-dessus de la plaine (1). La partie supérieure des coulées est celluleuse et scoriacée ; plus bas, la roche prend une structure imparfaitement colonnaire. Les calcaires lacustres qui se trouvent au contact ont été changés en une substance jaunâtre, jaspoïde, à cassure brillante et conchoïde. Sur plusieurs points on peut observer les coulées de la troisième période, superposées à celles de la précédente, ou bien entourant la base des cônes de cette dernière. Le second centre volcanique, appelé aussi Karadewit, présente à son sommet un cratère parfaitement conservé et à bords fort étroits, et le troisième, nommé Kaplan-Alan, est également terminé par un cratère de 100 à 130 mètres de profondeur, entouré d'un bord de 3 à 4 mètres seulement de largeur, et d'environ un demi-mille de circonférence. Ces trois volcans principaux sont accompagnés de petits cônes parasites, plus ou moins nombreux, disséminés sur leurs flancs ou à leur base.

La coulée principale du Kaplan-Alan, après avoir fait éruption vers l'E., a tourné à l'O. et s'est dirigée, en suivant la vallée et la gorge étroite de l'Hermus, jusqu'à Adala, ville distante de 13 milles de son point de départ. Le fleuve, resserré par la lave, a dû couler pendant un certain temps sur le torrent qu'elle a formé et où il a laissé un dépôt de cailloux roulés ; plus tard, il a creusé son lit entre les micaschistes et la roche ignée qu'il a entamée jusqu'à une assez grande profondeur. Ailleurs, l'Hermus s'est ouvert une issue à travers cette digue volcanique, et a changé de lit en passant de son côté droit sur son côté gauche.

La comparaison du sol volcanique du Catacécaumène avec celui de l'Auvergne a présenté à MM. Hamilton et Strickland de nombreuses analogies entre les phénomènes qui se sont produits sur ces points si éloignés les uns des autres, analogies qu'ils se sont attachés

(1) Voyez aussi Ch. Texier, l'*Institut*, 12 déc. 1839.

à faire ressortir avec beaucoup de soin. Les roches volcaniques que nous venons de voir assez répandues dans l'ouest de l'Asie mineure sont très rares dans le sud, mais nous les trouverons prenant de nouveau un grand développement vers le centre et le nord de la péninsule.

Environs de Kara-Hissar et de Kodj-Hissar.

Si nous pénétrons en effet dans la Phrygie, puis dans la Cappadoce, nous y rencontrerons des traces de phénomènes ignés de plus d'un genre et toutes d'un haut intérêt. Au lieu nommé Soanli-Déré, non loin de Kara-Hissar, on remarque, dans une vallée de quelques milles d'étendue, des cônes naturels semblables à ceux qui sont si nombreux dans la plaine d'Urgub (1), et qui consistent en une roche poreuse, se désagrégeant sous l'action de l'atmosphère pour constituer des masses d'un aspect particulier. Deux ou trois milles plus loin, là où la vallée se resserre en une gorge étroite, dominée par des roches de tufs volcaniques, des cavités ou grottes ont été pratiquées jusqu'à plus de 60 mètres au-dessus du fond de la vallée, et une grande partie d'entre elles sont maintenant inaccessibles. En continuant à s'avancer, on traverse une sorte d'arche percée dans un autre massif, et l'on se trouve dans une rue bordée de rochers perpendiculaires, percés comme les précédents d'une innombrable quantité de grottes artificielles, de formes et de grandeurs diverses. Quelques unes ont de larges ouvertures, et leur façade est ornée de sculptures. A l'intérieur, plusieurs sont spacieuses et décorées, mais la plupart sont petites, et leurs parois sont unies. Les ornements d'architecture des plus grandes sont taillés dans l'épaisseur du rocher et appartiennent à des époques différentes de l'art (grecque, romaine et bizantine), et d'autres ornements attestent aussi que la peinture avait été employée à décorer ces singulières constructions où il était assez difficile de parvenir en l'absence d'escaliers ou de rampes.

Le rocher dans lequel les excavations sont pratiquées est sec, poreux, et on ne peut plus favorable pour servir d'habitation. Partout où cette roche existe, en Phrygie, en Galatie, et surtout en Cappadoce, elle a été creusée de la même manière. Telles sont les grottes de Kirk-Hïn, entre Beïade et Afioum-Kara-Hissar, celles de Doganlu, entre Dorylæum et Khosref-Pacha-Khan, celles des environs

(1) W.-J. Hamilton, *Researches in Asia minor*, etc., Recherches dans l'Asie mineure, le Pont et l'Arménie, vol. II, p. 286, Londres, 1842. — Notice de M. Vivien de S.-Martin (*Bull. soc. de géogr.*, 3e sér., vol. V, p. 41, 1846).

de Bouldour et du voisinage du Rhyndaque, celles d'Urgub, d'Outh-Hissar et d'autres localités du même district. On ne trouve d'ailleurs aucune mention de ces excavations dans les anciens écrivains (1).

La ville d'Akserai est située à l'extrémité d'une large vallée qui s'étend du Hasan-Dagh au lac salé de Kodj-Hissar (2). Cette vallée est bornée au sud par un grand dépôt de calcaire lacustre très développé dans la partie centrale de l'Asie mineure (*antè*, vol. II, p. 953). Au nord sont des lits alternants de grès rouges et jaunes, de conglomérats, de sables et de marnes. A l'est et au nord-est, ces couches sont recouvertes par des pépérites, des pumites, des conglomérats volcaniques, etc. (3). Le Hassan-Dagh, élevé de 2432 mètres au-dessus de la mer, est entièrement composé de trachytes, de conglomérats trachytiques et porphyritiques. Quelques petits cônes de conglomérats et de scories s'observent à sa base.

M. Hamilton a cru reconnaître cinq périodes différentes dans les divers phénomènes dont ce pays a été le théâtre, et elles seraient caractérisées comme il suit à partir de la plus ancienne : 1° éjections des grandes masses trachytiques; 2° dépôt des grès, des sables jaunes, rouges et bruns, s'étendant jusqu'à Kodj-Hissar sur le bord oriental du lac Salé, conglomérats et marnes (ces dernières représentant les dépôts salifères de l'Asie mineure); 3° deuxième période d'activité volcanique, dont les produits couvrirent les couches pré-

---

(1) M. Hamilton cite en Sicile, d'après un ouvrage de G. Sanchez, intitulé *Campania sotterranea*, p. 80, une vallée bordée de chaque côté de rochers perpendiculaires, à Ispica près Modica, entre Noto et Spaccaforno La vallée se prolonge entre deux rochers taillés à pic, formant une sorte de rue garnie d'une multitude d'habitations excavées dans la roche et disposées en étages les unes au-dessus des autres. Ces grottes ont des ouvertures servant de fenêtres, des passages en plans inclinés, des gradins pratiqués pour servir d'escalier, des bancs ménagés dans la roche autour des chambres, etc. Ces habitations, qui paraissent avoir été occupées d'abord par les races primitives du continent et abandonnées ensuite, auraient servi plus tard, et à diverses reprises, aux populations qui fuyaient devant les hordes barbares envahissantes, ou pour se soustraire aux persécutions.

(2) W. Hamilton, *On the geology*, etc., Sur la géologie de l'Asie mineure, entre le lac Salé de Kodj-Hissar et Césarée de Cappadoce (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 583. 1838).

(3) M. Ch. Texier a signalé aux environs de Marmarice des serpentines dirigées N.-E., S.-O., et un ensemble de roches calcaires croisant cette direction (*Bull. de la Soc. de géogr.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 223).

cédentes et s'étendirent jusqu'au pied du mont d'Argée ; 4° excavation des vallées ; 5° troisième période volcanique ; formation de nombreux cônes parasites autour de la montagne ; sortie des scories les plus modernes et postérieures au commencement de l'état actuel des choses.

Les granites forment une chaîne élevée à l'est de Kodj-Hissar, et sur la route de Kaïsaria (Césarée) des trapps, des diorites et des basaltes leur succèdent. A Tatlar, des lits de pumite horizontaux, très considérables, sont surmontés par une nappe puissante de basalte noir, celluleux par places, et dont la surface rugueuse ressemble à celle d'un courant de lave moderne. Il paraît être sorti de deux cratères qu'entourent jusqu'à une grande hauteur des scories incohérentes et des cendres. D'autres produits volcaniques, que l'on observe au sud-est du village, paraissent être plus récents que ceux du nord, et au sud-ouest d'autres cônes montrent une dépression circulaire à leur sommet.

La plaine de Kaïsaria dont nous avons déjà parlé (*antè*, vol. II, p. 953) est recouverte d'un dépôt de transport imprégné de nitre que l'on exploite pour être envoyé à Constantinople. A 11 milles au sud de la ville, s'élève, du milieu d'une plaine de pumite et de pépérite, le mont Argée assez analogue au Hassan-Dagh et aux cimes encore plus hautes de l'Ararat. Il est isolé au N., à l'O. et au S., mais à l'E. sa base se rattache à d'autres montagnes (*antè*, p. 185). De Kaïsaria à Erverek-Keuë, situé à sa base méridionale, on rencontre des trachytes et des basaltes bulleux. A deux milles du village, le pied de l'Argée est formé de basalte noir, et le premier plateau qu'atteignit ensuite M. Hamilton lui offrit un monticule conique d'un âge plus récent, composé de sable et de cendres, avec un cratère en partie détruit, et au-dessus les sables volcaniques et la pierre ponce forment les talus. Mont Argée.

« En continuant à monter, dit le savant voyageur qui faisait cette
» ascension à la fin de juillet 1837 (1), nous vîmes sur notre gauche
» un rocher isolé, désigné sous le nom de Kartoum, composé de
» trachyte feldspathique assez semblable au phonolite, et se dressant
» comme une forteresse gigantesque au sud du pic principal. De
» gros blocs de cette roche avaient roulé jusque dans la plaine, et

(1) *Researches in Asia minor, Pontus and Armenia*, etc , 2 vol. in-8°. Londres, 1842. — Voyez aussi notice de M. Vivien de Saint-Martin (*Bull. Soc. géogr.*, 3ᵉ sér., vol. V, p. 41, 1846).

» ajoutaient encore au caractère tristement sauvage de la scène.
» Après nous être avancés quelque temps sur le talus du grand
» cône, au milieu des éboulements de trachytes et de porphyres,
» nous pénétrâmes vers trois heures et demie dans un profond ra-
» vin, et nous gravîmes ainsi, en suivant le lit d'un torrent, tour-
» nant du N.-O. au S.-E., jusqu'à ce que nous eûmes atteint le pied
» de la partie escarpée du cône. . . . . A cinq heures nous
» arrivâmes à l'origine du ravin. Ici la vallée s'élargit en amphi-
» théâtre, entourée d'une haute ceinture de rochers escarpés au
» delà desquels les chevaux ne purent plus nous suivre. »

M. Hamilton bivouaqua en cet endroit à 2700 ou 3000 mètres au-dessus de la mer. Le lendemain, 30 juillet, après une nuit très froide, il reprit son ascension en longeant un glacier qui remplissait le ravin et se continuait jusqu'au sommet de la montagne. Plusieurs autres glaciers étroits furent traversés en taillant des marches dans la glace, et à huit heures on atteignit le point le plus élevé qui fût accessible et qui était dominé seulement par un rocher abrupte sur toutes ses faces, et de 7 à 8 mètres de haut.

Au nord et à l'est, de vastes glaciers, descendant en pente continue jusqu'à la mer de nuages et de vapeurs qui ondulait à une grande distance au-dessous du sommet de l'Argée, montraient que, de ce côté, l'ascension était impraticable. Les voyageurs se trouvaient alors sur une crête étroite qui réunit deux immenses cratères contigus, l'un au nord-est, l'autre au nord-ouest. Tous deux ont leurs parois et leur fond entièrement recouverts de neiges et de glaciers, sauf sur quelques points où percent des séries de rochers. Sur les pentes escarpées, au nord, les neiges perpétuelles s'abaissent à 600 et 900 mètres au-dessous de la cime, mais au sud, au-dessous de 300 mètres, les neiges ne persistent plus que dans les ravins profonds.

Le sommet de la montagne est formé de conglomérats rouges, de brèches scoriacées avec des fragments de trapp, de porphyre et de ponce. Au-dessous est une sorte de hornstein ou phonolite. En redescendant, M. Hamilton a remarqué une masse confuse de rochers principalement cristallins, de granite gris, de trachyte rouge porphyritique, de trachyte brun terreux, mais dont les relations sont restées complétement indéterminées. La plaine de Kaïsaria étant à 1277 mètres au-dessus de la mer, l'auteur en a déduit, par trois observations, dont une barométrique et deux trigonométriques, que l'altitude de l'Argée était entre 12809 et 13239 pieds ang. (3804^{m},50 et 4041^{m},98). M. Ainsworth l'avait estimée à 1000

pieds ou 304 mètres de moins, et M. de Tchihatcheff (1), dont les recherches plus récentes ont eu, comme on l'a vu (*antè*, p. 185), pour résultat important, de fixer le premier soulèvement de la montagne après les dépôts nummulitiques, a obtenu par des mesures hypsométriques 12575 pieds de roi (3922^m,41).

Si nous nous avançons actuellement vers le nord, dans la Paphlagonie et le Pont qu'arrose le cours inférieur du Kizil-Irmak, nous trouverons encore des produits ignés aussi nombreux et plus variés qu'au centre de la péninsule. M. W. Hamilton (2) a signalé les granites à grain fin qui entourent Sevri-Hissar d'une demi-ceinture elliptique et le granite foncé ou syénitique qui supporte les grès rouges des environs d'Angora, puis les diorites et les roches trappéennes vertes, très variables, du promontoire de Sinope, de la colline du château de Boivad, de la chaîne entre cette ville et Sinope, de la vallée de l'Iris à l'est de Tocat et des gorges de Barsek-Dere. Il a désigné sous le nom de *trapp porphyrique* des roches ignées, formées de petites masses cristallines et enveloppées d'une pâte homogène de teinte foncée. On les observe à l'ouest d'Amasie (Amasiéh, Amasyah ou Amasia), entre Ladik et Sonnisa, dans la vallée du Lycus, au-dessous de Niksar, et dans le voisinage d'Angora. Les serpentines ou roches ophiolitiques ressemblent à celles des environs de Florence. Elles se montrent surtout dans un ravin profond entre Alajah et Yuzgat, puis dans la vallée de la Sepetli, entre Ladik et Sonnisa. Paphlagonie et Pont.

Les trachytes et les conglomérats trachytiques, très variables dans leurs teintes, dans leur structure et leur texture, existent principalement aux environs de Vizier-Keupri (Vesir-Kopri), dans la plaine de la Tashova, entre Sonnisa et le confluent du Lycus et de l'Iris. Ils constituent le pic isolé de Kara-Hissar, près de Tchorum (Tchurum), et la colline du château de Kalaijik; ils affleurent près d'Angora et dans la montagne d'Assarli-Kaiya, à 20 milles au sud de cette ville. M. Hamilton n'a observé le domite que dans la gorge de Barsek-Dere, le basalte dans la vallée de Lycus, entre Niksar et Tashova, à Baluk-Kougoumji et près de Yuzgat, l'amygdaloïde dans la partie nord de Haimaneh, entre Angora et Baluk-Kougoumji. Des dykes de trapp se montrent dans le voisinage de Barsek-Dere et entre ce point et l'Halys. Ils s'élèvent au dessus de la surface du sol, en se coupant dans diverses directions. Les tufs volcaniques et les pépé-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 411. 1850.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 365. 1849.

rites se voient dans les montagnes à l'ouest d'Amasie, où ils sont associés aux roches trappéennes. Nous avons dit (*antè*, p. 187) comment les relations observées par M. de Tchihatcheff, entre les dépôts nummulitiques et les trachytes de ce pays, lui avaient fait admettre trois éruptions distinctes de ces roches ignées.

Plus à l'est, les produits volcaniques des environs de Trébisonde ont été mentionnés par M. Ch. Texier (1) ainsi que les volcans anciens du Tandourck-Dagh, et les recherches de M. Hamilton et de M. Ainsworth ont permis d'assigner la place d'un grand nombre de roches pyrogènes qui se sont fait jour sur le versant nord-ouest des montagnes de l'Arménie, depuis Erzerum jusqu'aux rivages de la mer Noire, particulièrement dans le bassin que parcourent le Tchorok et ses affluents. Hommaire de Hell (2) signale le porphyre pyroxénique sur le littoral de la mer Noire au cap Kara-Bournou, à Kasal-Ask, à l'ouest de Kidros, au mont Boz-Tépéh près de Sinope, au cap Evren-Bournou, au cap Kéréli et au dessus de Trébisonde. La mimosite existe à Téréboli sur la mer Noire, l'ophitone à Delicheli-Skelessi et sur la côte à l'est de Kaïkali, enfin la gallinace près de Chilli. Les premières éruptions de ces roches seraient antérieures aux couches nummulitiques; car, de même que sur le littoral européen, dit M. Viquesnel, leurs débris s'y trouvent mélangés. Le trachyte et surtout la leucostite, ou porphyre trachytique, se rencontrent aussi sur divers points de la côte.

§ 2. Arménie, Géorgie et Circassie.

Massifs d'Akhaltzikhé (3) et de l'Alaghès, ou Caucase inférieur.

L'énorme massif de montagnes limité au S. par la vallée de l'Araxes qui le sépare de l'Ararat, à l'O. par celle du Tchorok, au N.-O., au N. et à l'E. par celles du Phase et du Kour qui l'isoleraient complétement de ce côté sans la crête porphyrique, étroite et transverse du Kardokhti qui, joignant la chaîne du Caucase à celle d'Akhalt-

(1) *Notice géographique sur le Kurdistan* (*Bull. de la Soc. de géographie*, 3e sér., vol. I, p. 282, 286 et 308). — Voyez aussi, Perkins, *Transact. assoc. amer. geol.*, 1840-42, p. 383. Boston.

(2) A. Viquesnel, *Note sur la collection de roches recueillies en Asie*, etc. (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850).

(3) Nous avons suivi pour ce nom l'orthographe adoptée par le *Complément du Dictionnaire de l'Académie ;* mais on trouve aussi écrit : Akhalzike, Akaltziké, Akaltzikha, Akhaltzik, Akhaltsikhé, Achalziké, Akalziké, Akaltsikh, etc.

zikhé, marque la ligne de partage des eaux qui s'écoulent dans la mer Noire de celles qui se rendent dans la Caspienne, ce massif montagneux, disons-nous, de forme à peu près elliptique, appartient au nord à la Géorgie et au sud à l'Arménie. Il présente au géologue un des plus magnifiques exemples de phénomènes ignés que nous avons à mentionner dans les derniers temps de l'histoire du globe, et des recherches récentes donnent un puissant et nouvel intérêt à cette région célèbre dont le nom se rattache au berceau du genre humain et à la dispersion des races. Nous esquisserons successivement les principaux résultats obtenus par les travaux de divers voyageurs, et en commençant par ceux que nous trouvons consignés dans le grand ouvrage de Dubois, où déjà nous avons puisé tant de renseignements précieux (*antè*, p. 180, et vol. II, p. 954.)

En remontant le Kour, vers Vardsie, dit ce savant (1), les parois de la vallée sont formées de brèches volcaniques, en bancs de 12 à 15 mètres d'épaisseur, sur lesquels ont coulé des dolérites remarquables par la régularité de leurs prismes à 6 pans. Au dessus de ces nappes, qui ont de 8 à 30 mètres de puissance, viennent des brèches et des cendres volcaniques. Les cendres sont blanches, grises, rouges, blanchâtres, etc., mélangées de lapilli et plus ou moins consolidées par places. Plus loin, le Kour traverse une vallée circulaire vers le fond de laquelle s'élèvent une multitude de cônes ou buttes de cendres et de scories de toutes les couleurs, élevées de 65 à 160 mètres au-dessus du fleuve et quelquefois hérissées de prismes d'une dolérite qui s'est épanchée avec les cendres ou au milieu d'elles. Des blocs de trachyte sont aussi dispersés çà et là, et à deux lieues plus loin un lac sans issue, entouré de blocs de trachytes, semble représenter l'emplacement d'un ancien cratère. Des brèches volcaniques, des cendres et des dolérites continuent à former ensuite les bords resserrés du Kour. Observations de Dubois.

Vardsie est bâtie sur une colline escarpée, en partie formée de trass blanchâtre surmonté de scories et de lapilli noirs. Toutes les anciennes habitations sont creusées dans la roche volcanique. Des grottes innombrables en occupent les parois. Les

(1) *Lettre sur les principaux phénomènes* [illegible] *case* (*Bull.*, vol. VIII, p. 371, 1837). — [illegible] *case*, etc., vol. II, p. 307 et pl. 2, 3, 4, 6 et [illegible] *de Berghaus*, vol. IX, p. 362. 1834. — *Actes* [illegible] *sc. natur.*, Soleure, 1848, p. 32.

unes servaient de boutiques, de magasins, d'écuries; d'autres formaient de grands appartements. L'église était le seul édifice en pierre qui s'élevât au dessus du sol. Les environs de Khartvis ne présentent pas les phénomènes ignés sous un aspect moins curieux. Au dessous d'Aspindsé des schistes gris, bruns ou jaunes, soulevés par des masses porphyriques qui constituent un dôme isolé au milieu d'une enceinte présque circulaire, représentent très bien un cratère de soulèvement.

(P. 389.) A la sortie des gorges étroites par où le Phase s'échappe du Haut-Ratcha, on remarque, en face d'une muraille calcaire et disposée en amphithéâtre, des roches porphyriques et des jaspes verts et rouges dont la disposition générale est encore celle d'un cratère de soulèvement. A un quart de lieue d'Oni, les porphyres remplacent les schistes noirs qui, depuis la première gorge, avaient succédé aux calcaires.

(P. 451.) Au delà d'Issoundouri, les couches crétacées sont fréquemment accidentées par les porphyres pyroxéniques qui constituent le pied des escarpements, tandis que les calcaires couronnent les sommets. De ce village à Vouedi, ce sont toujours des roches pyrogènes, des mélaphyres, des conglomérats porphyritiques empâtant des masses entières de schistes noirs que recouvrent les calcaires crayeux.

(P. 281.) Près de Dachesalakli règne une chaîne à la fois porphyrique et volcanique, et à l'ouest de ce village est une montagne de porphyre en partie décomposé. Le bassin de la Djogas forme une enceinte circulaire légèrement ondulée, de 5 kilomètres environ de largeur, entourée de porphyre altéré, et du milieu de laquelle s'élève un pic isolé de porphyre brun ou jaunâtre de 500 mètres de hauteur. Les rives de l'Akstofa sont encaissées dans deux immenses parois de porphyre de l'aspect le plus pittoresque. Vers le pied sont des brèches et des conglomérats porphyriques servant de base à un groupe de rochers de 1 à 2 kilomètres de longueur, de près de 330 mètres d'élévation et composé de porphyres quartzifères, gris-verdâtres avec des cristaux d'albite. Dans une grotte située non loin de ce point, les assises calcaires couronnent encore les roches ignées.

Le lac Sévang, qui a 8 lieues de large sur 16 de long, est bordé au N. par des montagnes presqu'à pic de roches porphyriques et au S. par le cône volcanique du Daralaghèze. Cette coupe immense, entourée de cimes que revêtent des neiges éternelles, est élevée de 1625 mètres au dessus de la mer. Trente-cinq rivières ou ruisseaux

y apportent leur tribut, et il n'en sort en été qu'un mince filet d'eau qui se réunit à la Zenga ; aussi l'auteur regarde-t-il cette dépression comme un ancien cratère, et attribue-t-il la même origine aux lacs de Van et d'Ourmiah situés plus au S.

La Zenga roule ses eaux torrentielles à travers les cônes volcaniques, entraînant les ponces, les obsidiennes, les lapilli, les scories dont une grande portion est sortie par le cratère de Kiotandagh. Les coulées de laves forment çà et là des digues qui descendent des sommets, et partout le sol brûlé et calciné rappelle son origine volcanique récente. A l'ouest, le cratère béant et déchiré de l'Alaghèz, élevé de 4181 mètres au dessus de la mer, est aussi enveloppé à son sommet d'une calotte de neiges éternelles, de dessous laquelle le soufre est entraîné par les eaux et vient s'accumuler sur les pentes de la montagne.

Observations de M. Carteron.

L'Alaghèz, dit M. Carteron (1), est formé à la base de porphyres trachytiques rougeâtres, extrêmement durs et compactes, sans apparence de stratification ni d'aucune division régulière dans un sens ou dans l'autre. Par places, il prend l'aspect d'une lave bulleuse, scoriacée, et constitue des monticules également espacés, entourant comme d'une ceinture le massif central. Lorsqu'on s'élève de la plaine d'Alexandropol ou de celle de Bazan-Polé vers l'Alaghèz, on traverse quatre vallées circulaires, horizontales, contiguës, de 25 à 50 verstes de développement sur 5 à 8 de large, échelonnées en terrasses les unes au dessus des autres et recouvertes d'une nappe basaltique d'autant plus épaisse et mieux cristallisée qu'elle se rapproche davantage du sommet de la chaîne. Ces basaltes reposent tous sur le porphyre trachytique massif. Au dessus de ces vallées se dressent les montagnes de trachyte, rangées circulairement autour de l'Alaghèz contre lequel elles s'appuient et qui domine de sa triple cime, entièrement trachytique et couverte de neiges, le centre de tout le système.

Les deux crêtes tournées du côté d'Erivan sont inaccessibles et formées d'une série de pics échelonnés dont un seul finit par dominer tous les autres ; la troisième, tournée vers l'Apchara, est un cône régulier, tronqué au sommet et semblable à ceux des volcans modernes. Le vaste cratère qui le termine est parfaitement conservé et

(1) *Excursion géologique dans les environs d'Alexandropol* (*Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, année 1842 (St.-Pétersbourg, 1845), p. 51, avec coupes).

en rapport avec son élévation au dessus des plaines environnantes comme avec la prodigieuse quantité de laves qu'il a dû vomir. D'autres montagnes coniques, situées à l'est, dans le prolongement de l'Alaghèz, ont encore la même origine; toutes montrent un cratère ouvert au milieu des trachytes et des porphyres trachytiques avec une nappe horizontale de basalte à leur base, des monticules de ponces celluleuses, etc.

Groupe de l'Ararat.

Si, quittant un instant le massif qui sépare le Kour de l'Araxes, nous considérons celui qui s'élève sur la rive droite de ce dernier fleuve, nous reconnaîtrons avec Dubois (1) que l'Ararat, dont les deux sommets s'élèvent en face de l'Alaghèz, était aussi un volcan. Cependant, de tous les historiens, Reineggs est le seul qui mentionne une éruption, laquelle aurait eu lieu le 3 janvier et se serait renouvelée le 22 février 1785. Les tremblements de terre sont d'ailleurs fréquents dans cette région, et leurs effets ont été souvent désastreux (*antè*, vol. I., p. 622). On sait que Parrot a effectué l'ascension du grand Ararat le 9 octobre 1829, et M. Autonomoff le 5 août 1834. Toute la base de ces montagnes paraît être formée de diverses variétés de mélaphyres (2).

Les porphyres pyroxéniques (3) commencent à se montrer à 5 ou 6 kilomètres d'Ourdabad, et, autour de la ville même, est une vaste formation de schistes noirs. L'Araxes est resserré au nord par les montagnes volcaniques qui, descendant du lac Sévang font partie du groupe de l'Alaghèz, et au sud par un contre-fort du Karadagh. Les

(1) *Loc. cit.*, vol. III, p. 474, Atlas pl. 1 et 5.

(2) Dubois donne ici pour l'altitude du grand Ararat 13518 pi. fr. (4391^m,14), et pour celle du petit Ararat 9546 pi. (3100^m,93) et la limite des neiges serait à 12800 pi. (3898 mètres); mais ces chiffres sont évidemment inexacts, car il dit (p. 96, vol. IV), et la pl. 1 de l'Atlas le confirme, que Parrot (*Reise zum Ararat*, 2 vol. in-8, Berlin, 1834) assigne au grand Ararat 16254 pieds de roi (5279^m,90), à l'Elbrouz, la plus haute sommité du Caucase, 16300 pi. (5294^m,86) et au Kasbeck 14730 pi. (4885 mètres). D'après la carte géol. de la Russie (Murchison, de Verneuil et de Keyserling) le grand Ararat aurait 17210 pieds, le petit Ararat 13000 et l'Elbrouz 18493. Si ces dernières mesures sont en pieds anglais, elles représenteraient: 5231^m,98 pour la première de ces montagnes, 3952 pour la seconde et 5622^m,22 pour la troisième, laquelle, dans l'*Annuaire du bureau des longitudes*, est évaluée à 5009 mètres. Sur la carte géol. du globe terrestre par M. Boué, l'Ararat aurait 2700 toises ou 5262^m,39 et l'Elbrouz 2800 toises ou 5457^m,29.

(3) *Loc. cit.*, vol. IV, p. 35.

parois du défilé que parcourt ensuite le fleuve sont formées de calcaires siliceux noirs, soulevés et contournés par les porphyres qu'on observe à la base. Au delà de Nougadi, les porphyres dioritiques gris et les syénites sont remplacés par une autre roche amphibolique verte, à laquelle succèdent des schistes micacés verdâtres, puis une grande masse de serpentine gris-vert avec des nodules d'une variété noire et des noyaux de quartz. A 5 lieues de Nougadi, ces roches sont surmontées d'un calcaire noir en bancs épais, avec des coquilles et de nombreux polypiers. Plus loin, des collines de mollasse tertiaire et de conglomérats marquent le commencement de la plaine de Karbagh. Lorsqu'on remonte l'Akiéritchaï, on remarque des conglomérats volcaniques avec des coquilles terrestres, des trass, des filons et des buttes de porphyre noir. Ces conglomérats à Hélices ont été soulevés par des mélaphyres très récents, et le lit du Kargar est aussi creusé dans ces dernières roches.

A Choucha un vaste dôme de roches pyrogènes est recouvert par un lambeau isolé de calcaire compacte jurassique qui occupe une partie de la ville et de la forteresse. Les mélaphyres ont particulièrement modifié les schistes argileux ou quartzeux à travers lesquels ils se sont fait jour, et au dessus desquels se montre une brèche porphyrique à peu près de même nature. La roche ignée se délite en boules à feuillets concentriques, et souvent forme des assises considérables dans les schistes modifiés. Le calcaire qui surmonte le tout est compacte, blanc-jaunâtre, et l'on y reconnaît des traces d'Ammonites, de Bélemnites et de Térébratules.

Dubois regarde la vallée circulaire qui entoure le rocher de Choucha comme un cratère de soulèvement produit par la sortie des mélaphyres. Du côté du Kargar les roches ignées ont enveloppé d'énormes fragments de calcaires secondaires, et, sur ce calcaire, se montre un schiste analogue à celui de la craie de Koutaïs en Colchide (p. 133). L'auteur mentionne ensuite les roches pyrogènes et cristallines situées au midi du lac Sévang, ainsi que les ressources métallurgiques qu'offre le pays, tels que le fer magnétique, l'or, l'alun, dans une roche blanche et rouge, etc., et enfin les courants de laves accumulées de Chamchouïldé.

On a vu dans le bassin supérieur du Kour (*anté*, vol. II, p. 955), au nord-ouest de la région précédente, la disposition singulière qu'affectent les roches ignées des environs d'Akhaltzikhé (1).

(1) Dubois, *loc. cit.*, Atlas, p. 1 et 3.

M. Carteron (1), qui a visité aussi cette localité remarquable, décrit les brèches et les porphyres volcaniques, à pâte feldspathique rouge verdâtre, enveloppant des grès et des schistes marneux tertiaires qui occupent une grande partie de la province, tandis que vers le centre les phénomènes ignés ont pris des dimensions gigantesques. Dans le district d'Hertvise on trouve déjà une multitude de colonnes basaltiques de 215 à 277 mètres d'élévation et des nappes de lave d'une grande épaisseur. C'est de ces laves basaltiques et de ces porphyres volcaniques, aux trois quarts décomposés, que sourdent les eaux minérales gazeuses d'Ouravel et les eaux chaudes sulfureuses de Labastonman.

La forteresse d'Akhaltzikhé est elle-même assise sur des roches porphyriques et volcaniques. Des jets ou filons de la forme la plus bizarre s'élèvent de 171 à 213 mètres au-dessus du niveau du Potchko, déchirés et découpés de mille manières et présentant parfois une fausse apparence de stratification. Ils sont composés de blocs de dolérite, de trachyte, de porphyre pyroxénique, etc., de toutes les variétés et de toutes les teintes, grossièrement empâtés dans une masse feldspathique verdâtre ou grisâtre. D'Akhaltzikhé à Hertvise, les produits ignés se montrent sur une échelle plus vaste encore. On y remarque des piliers balsatiques de 250 à 300 mètres de hauteur, que l'on suit sur une étendue de plusieurs kilomètres, des assises puissantes de laves, d'énormes amas de roches ponceuses, etc., le tout postérieur aux dernières révolutions que le pays a éprouvées, puisque sur plusieurs points, et surtout à Zourdzéli, ces matières recouvrent et enveloppent les derniers dépôts diluviens de cailloux, de graviers et de marnes. C'est au milieu de ces dernières couches d'alluvion qu'a été rencontré un banc d'alumine blanche et pure de plus de 4 mètres d'épaisseur.

Observations de M. Abich. Caucase inférieur.

Avant de suivre Dubois dans ses observations sur le Caucase proprement dit, nous exposerons celles qu'a publiées M. H. Abich (2)

---

(1) *Examen géol. d'une roche blanche d'alumine* (*Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, année 1842, p. 130, 1845).

(2) *Geologische Skizzen aus Transcaucasien*, etc., Esquisses géologique transcaucasiennes ou sur les plateaux volcaniques du Caucase inférieur (*Bull. de l'Acad. imp. de St.-Pétersbourg*, 17 avril 1846. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, n° 11, p. 11 des *Notices*, 1847. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. V, p. 423. 1848. Voyez aussi le journal *Le Caucase*, publié à Tiflis depuis 1846. — Sur l'Ararat, Erzerum, etc., par M. Perkins (*Transact. assoc. amer. geol.*, p. 383. Boston, 1840-42. — *Arch. de Erdmann*, vol. VI, p. 139. 1847.

sur le massif montagneux dont nous venons de nous occuper et que ce savant désigne sous le nom de *Caucase. inférieur*. Faites à un point de vue différent des précédentes, celles-ci offrent peu de répétitions; aussi les reproduirons-nous presque en entier.

Dans un premier travail sur la nature géologique du plateau de l'Arménie (1), M. Abich, après avoir jeté un coup d'œil sur l'Ararat et l'Alaghèz, s'est occupé de la classification des roches ignées, qu'il divise en cinq classes : la première renfermant les roches à base d'oligoclase avec quartz et amphibole; la seconde celles à base de labradorite avec pyroxène (dolérites et laves); la troisième celles où la pesanteur est moindre que dans les précédentes; la quatrième celles qui ne renferment point de parties zéolithiques et qui ne sont jamais des basaltes; enfin, la cinquième celles qui sont amphiboliques. L'andésite constitue l'Ararat aussi bien que le Kasbeck dans le Caucase.

Plus récemment le même géologue (2) a fait remarquer que les montagnes qu'il nomme *Caucase inférieur* atteignent 3300 mètres d'altitude moyenne et sont au-dessous de la limite inférieure des neiges perpétuelles, tandis que les sommets de l'Elbrouz et du Kasbeck, à $3371^{m},82$ (10380 pi. de r.) et $2923^{m},54$ (9950 pi. de r.) sont au-dessus. Mais ces conclusions sont complétement opposées à ce que nous venons de dire d'après Dubois ; car l'Alaghèz, élevé de 4181 mètres, comme l'admet plus loin M. Abich, est couvert à son sommet de neiges éternelles, et de plus les hauteurs assignées ici à l'Elbrouz et au Kasbeck sont trop différentes des précédentes pour ne pas renfermer quelques erreurs (3).

Les principales chaînes de ce massif montagneux de l'Arménie, continue M. Abich, sont parallèles au *Caucase supérieur*, ou vrai Caucase, et, en suivant une ligne qui peut représenter sa portion principale, on le voit traversé par une suite de plateaux en rapport les uns avec les autres, et ayant toujours une altitude moyenne considérable, quoique variable. Les roches qui les constituent sont arrivées à la surface du sol à l'état de fusion ignée; elles ont surgi au milieu de montagnes dont elles couvrent actuellement les hauteurs, disposées en nappes ondulées, presque horizontales, d'une étendue et d'une épaisseur extraordinaires. Elles ont été soulevées

(1) In-4, avec carte. Dorpat, 1844.
(2) *Loc. cit.*
(3) Peut-être aussi ces erreurs et quelques autres doivent-elles être attribuées à la traduction anglaise du Mémoire dont nous suivons le texte.

par les forces auxquelles sont aussi dus les nombreux cônes qui couronnent les sommets de ces plateaux, plus ou moins espacés, sur une étendue de près de 100 lieues (54 milles géographiques d'Allemagne, de 15 au degré) et qui contribuent tant à la magie du paysage que présentent les hautes terres de l'Arménie. Cette disposition particulière des plateaux volcaniques intimement liés les uns aux autres, et qui paraît se reproduire dans les districts montagneux de l'Asie Mineure, situés plus à l'ouest, sont en rapport avec certaines conditions de climat et de caractères physiques du sol qui ont exercé une grande influence sur le développement des peuples de ce pays.

La facile décomposition des roches volcaniques qui, comme les dolérites et les trachytes, produisent un sol si favorable à la végétation des prairies et des céréales, agissant sur ces plateaux situés pour la plupart au-dessus de la limite des arbres, limite comprise ici entre 2274 et 2533 mètres d'altitude, a surtout contribué à cette grande extension de prairies alpines dont dépend principalement l'existence des tribus nomades de l'Asie Mineure. Tandis que l'horizontalité des terres élevées favorise l'égale distribution et l'accumulation des neiges de l'hiver, la porosité des roches elles-mêmes fait que, comparativement à ce qui a lieu dans les hautes montagnes à pentes escarpées, formées de roches plus compactes et n'offrant que peu ou point de terre végétale à la surface, une beaucoup plus faible proportion d'eau provenant de la fonte des neiges retourne à l'atmosphère par l'évaporation. Telle est l'origine de ces sources innombrables appelées *Karasu-waters* (eaux noires) (1).

C'est dans la chaîne centrale que se trouvent les points les plus élevés du Caucase inférieur. Là se présente un massif indépendant et isolé, l'Alaghèz, de 170 kilomètres de circonférence à la base, qui est un exemple aussi particulier que remarquable des phénomènes auxquels on peut appliquer la théorie des cratères de soulèvement, et qui apporte une multitude de faits d'un grand intérêt pour la connaissance des lois qui ont présidé à la formation des chaînes de montagnes. Les parties les plus hautes du dôme surbaissé de l'Alaghèz ont une altitude moyenne de 3238 mètres. Quatre pointes rocheuses pyramidales sont régulièrement placées autour de la base

(1) On désigne ainsi dans l'Asie Mineure les rivières profondes des pays de montagnes; mais M. Hamilton n'adopte pas l'opinion de M. Abich sur l'origine et l'emploi d'une expression qui ne s'appliquerait, suivant lui, qu'aux eaux s'échappant de dessous les plateaux soulevés par les agents volcaniques.

la plus élevée de l'excentrique *Caldera* (1). Les mesures trigonométriques de M. Fedorow assignent une altitude de 4185^{m},85 (12886 pi. de r.) à la plus haute de ces roches (2), et des mesures barométriques 281 mètres (866 pi. de r.) de moins à la plus basse, celle du sud-ouest.

Par ses roches volcaniques continues et une série de montagnes d'aspects divers, l'Alaghèz se rattache à un autre dôme puissant, celui du plateau d'Agmangan, composé en partie de produits doléritiques. Celui-ci se prolonge en s'abaissant au S.-O. pour faire face à l'Ararat, le long du lac Sévang (Goktschaï), et sa circonférence est de 140 kilomètres. Le niveau du grand cratère-lac de Kanly-Goell (lac de Sang) donne la mesure la plus approximative de hauteur du dôme aplati, qui est de 3014 mètres.

La culture des pentes sud-ouest et nord-est du lac Sévang ressemble à celle du nord de l'Europe; mais au sud-est du plateau, les laves du Naltapa et de l'Agmangan s'étendent dans le district des célèbres vergers d'Érivan. Les points culminants du dôme précédent sont : le magnifique cône d'éruption de roches vésiculaires d'Agmangan, de 3624^{m},65 d'altitude, et dont le cratère peu profond renferme le lac le plus élevé de toute l'Arménie; plus au S.-E., le majestueux cratère de soulèvement d'Agdag (Akadàgh ou montagne Blanche), de 3728^{m},50, et enfin le Bosdagh (Altemdagh, ou montagne Grise), de 3484 mètres au-dessus de la mer. Ces grands massifs de porphyres trachytiques sont, par la prédominance de certaines modifications cristallines, minéralogiquement comparables aux montagnes d'obsidienne du plateau de Mexico.

La haute plaine d'Agridja, qui forme le prolongement sud-est du plateau d'Agmangan, et si renommée par ses prairies fertiles, s'élève graduellement jusqu'à la chaîne des trois massifs volcaniques qui complètent la barrière méridionale du lac Sévang. Ceux-ci sont : le grand cratère de soulèvement de Karanlysch-Dagh (montagne Sombre), dont le sommet atteint 3388 mètres; le Tik-Pilakan

---

(1) Le point où le maximum de forces soulevan[illegible] pour produire la séparation des bords de la Caldera n[illegible] à l'axe central passant par le sommet réel de tout l[illegible] trouve à 7 kilomètres au nord-est de ce sommet.

(2) Cette valeur est sensiblement la même que [illegible] venons de trouver indiquée par Dubois, sans doute d'[illegible] autorité. On a vu que M. Carteron n'avait reconnu q[illegible] culminantes, et non quatre comme M. Abich.

(Marche roide) ou Tasch-Pilakan (Pierre roide), et le Gœseldara-Baschi (Source de la belle vallée).

Sur les plateaux précédents et dans la direction exacte de leur grand axe, quatre vastes systèmes d'éruptions volcaniques s'élèvent presque à égale distance les uns des autres. A huit lieues de la rive méridionale du lac Sévang, et à quatre lieues et demie du Tik-Pilakan, le Carial ou Kissil-Tappa (montagne Rouge) commence cette remarquable série. Il constitue un ensemble de montagnes arrondies, au centre duquel s'élève un cratère, et d'où s'échappent les sources de trois rivières importantes qui se dirigent au N.-E. et au N.-O., l'Arpatschai, le Bazartschai et le Terter. Les deux sources thermales les plus considérables de cette chaîne se trouvent au fond des vallées de l'Arpatschai et du Terter. L'une, qui donne le nom d'Istissudara (Vallée de l'eau chaude) à la partie supérieure du bassin, est à environ trois lieues du Carial. Son altitude est de 2180 mètres, et sa température de 29°,5 R.; l'autre, située à la même distance de cette montagne, et à 2206 mètres de hauteur absolue, possède une température de 39° R.

Le Balaglu ou Dawagoesu (Œil de chameau), à trois lieues et demie au sud-est du Carial, est encore un groupe semblable, avec un cône d'éruption aplati au sommet, et donc les flancs sont sillonnés par des courants de laves. A quatre lieues plus loin se voit le massif de Kisilbaghasdagh avec son large cratère appelé Maphrasch-Tappa. Les courants de laves les plus étendus couvrent de leurs surfaces inégales et raboteuses une grande portion du plateau et sont sortis de ce cratère. Enfin, à quatre lieues de là, surgit le cratère de soulèvement du Klissalidagh, le dernier et le plus considérable de la série, et dont l'altitude atteint 3173 mètres. Ici commence un dépôt de tuf et de conglomérat trachytique très puissant, qui constitue la pente du plateau vers l'Araxes, sur une longueur de dix-huit lieues. Au pied sud du Klissalidagh, une large vallée de 312 mètres de profondeur a été excavée dans le tuf, et à cinq lieues du sommet de la montagne, on y trouve Gürüs, ville principale du district de Sangysur, assise au bord de la rivière du même nom. Elle est bâtie à 1267 mètres au-dessus de la mer, et entourée de cônes aigus de tuf, aux formes les plus fantastiques, en partie attachés aux flancs abrupts de la vallée, en partie réunis par groupes que M. Abich compare à ceux qu'a décrits M. W. Hamilton dans les vallées d'Utch-Hissar et d'Urgub (*antè*, p. 468).

Sur une ligne tirée du sommet du Klissalidagh, dirigée E. 32° S.

à O. 32° N., de la Caspienne à la mer Noire, et passant au sud-est de l'Alaghèz, se trouvent la plupart des accidents volcaniques de cette région. Cette ligne passe près du volcan central éteint du Daralaghèz ou Dalychtappa, touche à dix-neuf lieues de son origine le Karantychdagh, puis successivement les cônes d'Abul-Hassar sur le plateau d'Agridja avec un cratère-lac, l'Akdagh, le Scham-Iram ou Hadie et le Kiotandagh. Ces deux dernières montagnes, où abondent l'obsidienne et les pumites, se trouvent sur la pente nord-ouest des montagnes d'Agmangan, à cinq lieues d'Érivan. Enfin la ligne précédente, avant d'atteindre l'Alaghèz, coupe aussi le Karnijerach élevé de 2570 mètres et dominant une surface stérile de dolérite au-dessus de la même ville, entre les rivières Sanga et Abarran.

Au N.-O., la ligne dont nous venons de parler passe par le grand cratère-lac du Tschyldir, de 116 kilomètres de surface, et que l'auteur compare aux lacs de Bracciano et de Bolsena (*antè*, p. 393), puis par les sommets des grandes montagnes volcaniques qui sont sur la frontière de la province d'Akhaltzikhé, ancien pays des Lazes et des Chalybes. Ces montagnes, qui renferment la principale source de froid des hautes terres d'Arménie, sont connues, depuis les temps les plus reculés, par leur rude climat. On les distingue parfaitement des hauteurs de la chaîne de Meski au delà d'Abastuman. Les plus remarquables d'entre elles, par leurs formes coniques aplaties, sont, à partir du S.-E., le Dochuspungar, l'Ardagandagh, l'Arzian et le Pozchowdagh.

Une ligne joignant le sommet des deux Ararat court parallèlement à la précédente, et, prolongée au S.-E., touche les roches pyramidales isolées de Takjaltu et du Yelanlidagh, près de Nakhtchévan. Ces deux massifs, minéralogiquement semblables, se trouvent en outre dans une relation géologique importante par rapport aux grandes masses de sel que renferment les argiles panachées aux deux extrémités de la vallée de l'Araxes (*antè*, vol. II, p. 957). A 37 lieues au nord-ouest de l'Ararat, la même ligne passe par le sommet du Sangaludagh, montagne volcanique couverte de forêts et qui domine la plaine de Kars (1). Groupe de l'Ararat.

La fente ouverte sur le versant sud-est du p[illegible] dans la direction de cette ligne, qui est celle d[illegible] donné passage à un flot gigantesque de dolérit[illegible] bassin de Nakhtchévan. La branche principale [illegible]

(1) Voyez W. Hamilton, *Asia minor*, etc., vol. [illegible]

sur la rive droite de l'Araxes, une vallée resserrée entre une chaîne de collines rocheuses appelée Güsgündagh (Colline de l'œil du soleil) et un groupe de montagnes qui entoure d'un demi-cercle le petit Ararat au sud et au sud-ouest, jusqu'à ce qu'il disparaisse entièrement sous le revêtement colossal de lave de la Carnijarah, le plus grand de tous les cônes d'éruption secondaire du groupe de l'Ararat.

Dans cette vallée, dont le fond est en partie rempli d'immenses coulées de lave, descendues aussi du petit Ararat, sur la pente inférieure duquel se voit le magnifique cône du Dujirdagh, il y a beaucoup de petits lacs qui occupent des dépressions à la surface des courants. Ils sont épars çà et là d'une manière assez particulière, et l'argile blanche qui garnit leur fond repose sans intermédiaire sur la lave. Les bords de ces courants montrent une série continue de masses de lave en forme d'ampoules allongées, bizarrement déchirées, et dont l'aspect rappelle parfaitement ce que l'on observe sur les grands courants du pied de l'Etna (1).

Chaîne du Caucase.

Lorsqu'on s'approche du col de la Croix, on remarque, dit Dubois (2), de nombreuses coulées de lave qui bordent l'Aragavi, et la chaîne du Caucase dans laquelle s'ouvre le col forme une suite de crêtes noires, schisteuses, qui, au sud, représentent une muraille sourcilleuse, élevée de 2800 à 2900 mètres au-dessus de la mer. Sur ses parois se dessinent de nombreux zigzags et les ondulations infinies des schistes qui se redressent vers deux ou trois cônes principaux. Ces cônes, dont l'altitude est de 2500 mètres, se nomment les Monts-Rouges, à cause de la grande quantité de scories rouges dont leurs flancs sont recouverts. De leurs cratères, aujourd'hui éteints, se sont épanchées toutes les laves qui ont envahi la vallée entre l'Aragavi et le ruisseau du mont Khode.

Les schistes noirs se montrent au delà du col et jusqu'à moitié chemin entre la Croix et Kobi, où reparaissent les porphyres et les mélaphyres. Plus loin sont des amas de débris volcaniques d'où sourdent des eaux acides sulfureuses et beaucoup de sources ferrugineuses. A Kobi, les porphyres bleus et rouges commencent à s'élever, appuyés sur un massif de colonnes basaltiques, puis ils

(1) Voyez aussi James Brant, *Voyage à travers une partie de l'Arménie et de l'Asie Mineure* (*Ann. de Bergaus*, 3e série, vol. IV, p. 230). — Schlegelmilch, *Description géologique de la partie nord-est du mont Bambak en Géorgie* (*Ib.*, vol. V, p. 173).

(2) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. IV, p. 253.

atteignent le sommet des montagnes en affectant la forme d'aiguilles ou d'obélisques. Entre Kobi et Stephan-Tzminda, ils tendent à soulever la chaîne schisteuse qui les recouvre.

(P. 283.) Dans la vallée de Kasbeck à Darial, les porphyres, les schistes micacés et les micaschistes jouent un rôle important. D'énormes masses de protogine, semblable à celle du Mont-Blanc, pénètrent à travers les couches de schiste altéré et en enveloppent de gros fragments. Près de Darial, comme le long des rapides de l'Araxes, au-dessous d'Ourdabad, une sorte de serpentine verte, mélangée de *granitelle* et de micaschiste, succède à la protogine. Dans les deux défilés de Darial et d'Ourdabad, qui présentent de bonnes coupes naturelles de chaque chaîne, on remarque une disposition générale en forme de voûte. Sur les flancs sont les schistes noirs, qui semblent passer au porphyre et au mélaphyre, avec lesquels ils s'enchevêtrent, et lorsqu'on se rapproche de l'axe, viennent des micaschistes, des serpentines, et enfin, au centre même, des roches cristallines, telles que la protogine, le diorite, etc. C'est aussi au milieu des masses énormes de schistes noirs du haut Ratcha qu'ont percé les dômes de protogine de Glola et de Ghibi, et c'est dans un cirque semblable qu'a surgi l'Elbrouz, entre les calcaires du Bermamuc au nord et la chaîne schisteuse du Souaneth au sud.

Nous avons déjà parlé des eaux thermales de Machouka et du Bechetau (*antè*, vol. I, p. 464). Cette dernière montagne est formée dans toute sa hauteur par un porphyre trachytique composé de feldspath vitreux blanc, de grains de quartz, de petits cristaux d'amphibole altérés, le tout enveloppé d'une pâte feldspathique vitreuse et blanchâtre. La base de ces diverses montagnes, d'origine ignée, est d'ailleurs masquée par les bancs horizontaux du calcaire des steppes.

Le premier soulèvement de la chaîne du Caucase a été rapporté par Dubois (1) à la fin de la période jurassique. Les granites et les diorites ont percé les schistes noirs et ont redressé les calcaires jurassiques qui reposent dessus. Ce soulèvement coïncide avec l'apparition des masses de granite disséminées çà et là, d'une part jusqu'aux cataractes du Dnieper et de l'autre jusque dans la Perse. Considérations générales.

Plus tard, à la fin du dépôt du grès vert, les mélaphyres ont soulevé la chaîne d'Akhaltzikhé à la hauteur de 3000 mètres. C'est alors que les premiers volcans se sont fait jour. Groupés en cercles

(1) *Bull. de la Soc. de géographie*, vol. VII, p. 235.

ou en amphithéâtres, ils entourent autant de bassins isolés. Des actions souterraines ont ensuite brisé les barrières de quelques uns d'entre eux qui se sont vidés, tels que ceux d'Akhaltzikhé, de l'Arménie centrale ou Ararat, tandis que d'autres sont restés fermés jusqu'à nos jours. Le fond de ces derniers est encore occupé par de vastes nappes d'eau, restes de l'ancienne mer, qui forment les lacs plus ou moins salés de Van, d'Ourmiah, de Sévang, etc., élevés de 1300 à 1600 mètres au-dessus de l'Océan et couronnés de cônes volcaniques qui ont autrefois épanché des laves dans leurs ondes, et qui se taisent aujourd'hui, non sans rappeler de temps en temps à l'habitant effrayé par de violents tremblements de terre sur quel sol il s'est hasardé d'établir sa demeure.

Ces bassins volcaniques, vides ou remplis, donnent un aspect particulier à cette portion méridionale du Caucase où le géologue, habitué aux chaînes allongées des Alpes, des Pyrénées, etc., ne reconnaît plus aucune des formes orographiques avec lesquelles son œil était familiarisé, et l'on ne peut trouver de comparaison pour cet assemblage étrange qu'avec les cirques volcaniques que l'on distingue à la surface de notre satellite.

Mais tous ces soulèvements ne sont encore que des effets isolés, partiels, plus ou moins indépendants les uns des autres; ce ne sont que les préludes du dernier effort, le plus remarquable de tous par sa généralité, celui qui a porté le Caucase à la hauteur où nous le voyons aujourd'hui, et qui mit à sec les bras de mer dont il était entouré, c'est-à-dire, la Colchide, la Géorgie, le Daghestan, les vastes steppes qui bordent la mer Noire et la mer d'Azof et qui recouvrent la Crimée. Non seulement il s'était formé une masse volcanique au sud du Caucase, mais encore des cheminées volcaniques se firent jour au milieu de la chaîne : tels sont l'Elbrouz, le Passemta, le Kasbeck et les Monts-Rouges (1).

On a vu que d'après les observations de M. H. Abich les princi-

---

(1) Dubois pense que la tradition biblique du déluge, par rapport à l'Ararat, coïncide avec les faits géologiques, et qu'elle pourrait se rapporter à la dernière révolution qui a mis à sec le bassin de l'Arménie centrale, événement qui aurait été accompagné de quelque éruption de l'Alaghèz ou du Nultapa (*Bull.*, vol. VIII, p. 384, 1837). S'il en était ainsi, on voit qu'il faudrait supprimer tout à fait la cause à laquelle la Genèse attribue le déluge, ce à quoi nous ne faisons d'ailleurs aucune opposition, n'ayant jamais pu trouver dans ce premier livre de la Bible qu'une ingénieuse fiction et rien de scientifique.

paux centres volcaniques du groupe montagneux situé entre l'Araxes et le Kour ou Caucase inférieur étaient alignés de l'O. 32° N. à l'E. 32° S., et qu'il en était de même sur la rive droite de l'Araxes pour les centres volcaniques placés au nord-ouest et au sud-est de la ligne qui joindrait le grand et le petit Ararat; si maintenant nous nous reportons au nord avec le savant voyageur, nous verrons encore qu'en faisant passer par le sommet du Kasbeck une ligne dirigée O. 23° 1/2 N., elle coupera à 44 lieues au N.-O. le sommet de l'Elbrouz et à 49 lieues au S.-E. le Djultidagh qui, dans les montagnes du Daghestan, s'élève au-dessus des neiges perpétuelles. Cette ligne peut être regardée comme représentant toute la longueur du Caucase supérieur, mais on remarquera qu'il s'en faut de 8° 1/2 qu'elle ne soit parallèle à l'axe volcanique du Caucase inférieur, comme semble le faire entendre l'auteur au commencement de sa note. En outre il paraît croire qu'avant lui on n'avait ni connu ni soupçonné l'énergie extraordinaire avec laquelle l'action volcanique s'était exercée, en modifiant la surface des districts montagneux du Caucase méridional; mais les conclusions de Dubois de Montpéreux que nous venons de rappeler, et ce que nous avons dit d'après le même voyageur (*antè*, vol. II, p. 955), comme ce que nous dirons encore plus tard, établissent suffisamment que les grands phénomènes de dislocation et de soulèvement qui ont agité si profondément le pays à plusieurs reprises avaient été constatés et parfaitement appréciés avant les voyages de M. Abich.

Ce qu'il y a de très remarquable, dit en terminant ce dernier géologue, c'est la différence des résultats que les forces soulevantes, et surtout l'action volcanique éruptive qui se continue encore, quoique avec une moindre intensité, à la surface de notre planète, ont produits dans le développement des formes du Caucase supérieur et du Caucase inférieur. Dans le premier district, elles ont soulevé, par un puissant effort et verticalement, une muraille montagneuse continue de 145 milles géographiques de longueur, séparant diverses parties de l'écorce terrestre, et que l'on ne peut traverser que sur un très-petit nombre de points; dans le second, le soulèvement et les forces éruptives ont produit plus d'effets, et les masses fondues, apportées directement du foyer volcanique à la surface, s'y sont principalement étendues en nappes horizontales. De ces différences résultent une plus grande variété et une disposition plus favorable au développement de la vie, dans l'aspect et les caractères géogra-

phiques et orographiques du Caucase inférieur, caractères auxquels se rattache intimement aussi son importance ethnographique.

Crimée. Nous traiterons ici, comme par appendice aux grands systèmes de montagnes dont nous venons de parler, des roches ignées de la partie sud-est de la Crimée et des mouvements du sol avec lesquels elles sont en rapport.

Les couches secondaires, qui forment une sorte de muraille crénelée sur ce côté de la presqu'île Taurique, ont été relevées à plusieurs reprises par l'apparition de roches dont les plus anciennes semblent être le granite ophitique ou ophitone qu'a signalé d'abord M. de Verneuil (1), et qui serait en rapport avec le redressement des assises jurassiques. Des mélaphyres forment des colonnes prismatiques près de Sabli, et Dubois (2) signale également des filons de porphyre au pied de la falaise, dans le voisinage de Simphéropol, de Badrak, de Kokkozé et du cap Parthénique. Cette dernière éruption, qui aurait eu lieu à la fin du dépôt des roches nummulitiques, a détruit une partie des couches crétacées, et a disposé, comme nous les voyons, celles qui ont résisté (*antè*, p. 178). Ce dernier géologue a décrit aussi (p. 441) le cratère de soulèvement de Kastèle, les ophitones du Karabagh, de Biouklambat, de Koutchoux-Lambat et de l'Aïoudagh, puis (3) les entonnoirs cratériformes d'Aloupka, le cratère de soulèvement de Limène, dû à la sortie de deux masses de porphyre, le granite ophitique entre Foroza et Laspi, etc.

J. J. Huot (4), qui a pris pour une dolérite la roche nommée ophitone par ses prédécesseurs, mentionne en outre la wacke, la spilite, la mimosite, le trapp, le basalte, l'eurite et la rétinite qui ont fait éruption sur le versant méridional de la chaîne Taurique, depuis les sédiments jurassiques, en suivant une fente de 40 lieues de long dirigée N.-E., S.-O. Dubois avait cru reconnaître trois soulèvements distincts dans ce pays, mais Huot en admet quatre. Le premier, qui n'aurait point affecté les couches crétacées, serait contemporain du premier soulèvement du Caucase, quoique nous n'apercevions pas bien les rapports de direction sur lesquels se fonde

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. III, p. 34. 1838.
(2) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. V, p. 385-397.
(3) *Ibid.*, vol. VI, p. 82.
(4) *Voyage dans la Russie méridionale, sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 488.

l'auteur. Le second a soulevé toutes les couches crétacées, jusques et y compris les calcaires à grandes Nummulites; c'est alors qu'apparurent les dolérites, les mélaphyres et les spilites. Une faille amena le calcaire néocomien presque au niveau de la craie (p. 539). Les éruptions basaltiques dont on trouve des traces de Sévastopol au golfe de Saint-Georges, et qui ont laissé sur les dernières couches de la formation tertiaire moyenne des amas de scories, appartiennent au troisième soulèvement. Une faille presque parallèle à la précédente se serait produite de l'embouchure du Belbek jusqu'à Simphéropol. C'est l'époque du soulèvement qui, suivant Dubois, a donné au Caucase son relief actuel, qui a émergé la Colchide, la Géorgie, le Daghestan, et qui se rapporterait dans l'ouest de l'Europe au système des Alpes occidentales, ayant aussi relevé en Crimée la formation tertiaire moyenne ou inférieure au calcaire des steppes. Mais il y a ici une fausse appréciation d'Huot; car on vient de voir que Dubois faisait coïncider avec le dernier grand phénomène du Caucase l'émersion de ces mêmes calcaires des steppes. Enfin le quatrième soulèvement aurait tout à fait émergé la Crimée actuelle, formé le détroit de Kerth ou Bosphore Cimmérien, les failles dans lesquelles coulent le Kouban, le Volga, le Don et peut-être le Bosphore de Thrace; alors se trouvèrent limitées, comme nous les voyons aujourd'hui, la Caspienne, la mer d'Azof, la mer Noire et la Méditerranée. Les argiles sableuses et marneuses rouges sont le dernier témoin de ce déplacement des eaux. Quant au rapprochement de ce phénomène avec le soulèvement des Alpes orientales, il n'a aucune espèce de fondement, puisque cette émersion appartient évidemment à l'époque quaternaire (*antè*, vol. II, p. 299 et 931).

§ 3. **Syrie, Diarbekir, Kurdistan, Perse, etc.**

Les montagnes situées au-dessus de Tarsus, et constituant le Taurus de Cilicie, sont composées de calcaires micacés et cipolins, de craie endurcie et de dépôts tertiaires; mais la région sub-alpine comprise entre le Taurus et les plaines de la Syrie est formée de roches feldspatho-pyroxéniques, de grès et de craie. Il en est de même entre le Taurus et les plaines de la Mésopotamie à l'est. Les roches d'euphotide, d'hypersthène, de diallage, de talc, etc., forment les cimes du nord et du nord-est du Karmusdagh et du Giaurdagh, tandis que les produits pyroxéniques et feldspathiques, les Cilicie.

basaltes, les wackes, etc., constituent des masses considérables entre ces crêtes et la mer. Des dykes de minerai de fer se voient sur plusieurs points du versant oriental du Bulgur-dagh et du Baghir-dagh, s'élevant au milieu des autres roches du pays. Plus à l'est, dans le Gul-dagh et à Ayeli, les roches feldspatho-pyroxéniques alternent avec la craie ou la recouvrent (1).

Haute Syrie. La chaîne de l'Almadagh qui sépare la Syrie de l'Anatolie occupe l'espace compris entre le grand coude de l'Euphrate et Adana au nord, et entre Bieredjick et Antioche au sud. L'un de ses rameaux se dirige au S. pour former les montagnes d'Antioche, de Latakié, le Liban et les montagnes de la Palestine. Au nord-ouest d'Antab, d'autres chaînons perpendiculaires sont formés de calcaires nummulitiques, relevés sur divers points par des roches volcaniques, et plongeant à l'E. vers l'Euphrate.

Dans une coupe faite de Kutchuch-Arabler jusqu'à ce fleuve, on voit affleurer au fond de la vallée de Muzra des basaltes qui ont redressé les calcaires, les marnes et les grès, plongeant de chaque côté et en sens inverse. Quelquefois, dit M. C. Gaillardot (2), les roches ignées, étendues en nappes, forment des plateaux comme celui que l'on parcourt en descendant de l'Almadagh vers la plaine d'Alep. Ce dernier est composé de tufs, de pépérinos et de produits volcaniques altérés, au-dessus desquels s'élèvent de petits cônes de basalte et de roches amygdaloïdes, dont les cavités sont remplies de zéolithes. Le fond des vallées de Koëk et du Sedjour est occupé par des basaltes altérés, des tufs et des wackes, du milieu desquels s'élèvent des *tels* ou buttes coniques, et des roches plus compactes et non décomposées. Cette disposition s'observe particulièrement sur le plateau volcanique de Dachlibaya, à quinze lieues au nord-est d'Alep. Le mont Cassius, à l'ouest d'Antioche, paraît offrir des affleurements de serpentines, des roches amphiboliques, micacées, granitiques et talqueuses (voyez *antè*, vol. II, p. 961).

M. Russegger (3) indique quelques massifs de roches ignées feld-

(1) Russegger, *Reisen in Europa, Asien*, etc. *Carte géologique du Taurus*, 1842. — Ainsworth, *Researches in Assyria*, etc., p. 19 et suivantes.

(2) *Études géol. et topographiques sur la Syrie* (*Ann. de la Soc. d'émul. des Vosges*, vol. VI, p. 849, 1849). — Observations faites par des missionnaires (*Transact. Assoc. Amer. geol.*, p. 348, Boston, 1840-42).

(3) *Loc. cit. Carte géol. du Liban et de l'Anti-Liban*. 1842.

spathiques (basaltes et wackes) sur le versant oriental de l'Anti-Liban, à moitié route de Balbek à Damas. A l'est de Beyrout, à Mar-Hama et à Shuwhar, se montre une couche puissante de minerai de fer.

Palestine.

La vallée de Balbek est fermée au sud par des montagnes calcaires qu'ont soulevées les roches volcaniques affleurant à leur pied (1). A partir de ce point, deux chaînons dirigés l'un au S.-O. et l'autre au S., donnent naissance à la vallée du Jourdain qui, comme toutes les grandes dépressions de la Syrie, est une vallée d'élévation. Elle est dirigée N. S., et le fond est occupé par des roches basaltiques sur lesquelles les couches calcaires s'appuient à l'est et à l'ouest. Ces dernières plongent d'un côté vers la Méditerranée, en formant les montagnes de Saffed et de Naplouse, et de l'autre vers le désert de l'Euphrate. C'est à la séparation des roches ignées et stratifiées que sourdent les eaux minérales de Tibériade, sur la rive droite du Jourdain, et celles d'El-Hamme, près d'Omkeis, sur la rive opposée. Lorsqu'on s'éloigne du fleuve perpendiculairement à son cours, on ne tarde pas à rencontrer une série de petites éminences coniques de roches pyrogènes en décomposition, de tufs, de pépérinos et de wackes, au centre desquelles se montrent quelques noyaux de basalte. Après une heure de marche sur une pente très faible, on atteint les calcaires crétacés qui forment les montagnes de Naplouse, et dont les talus abrupts dominent la vallée (2).

Dans une coupe de Jaffa à la mer Morte, et passant par Jérusalem et la fontaine des Apôtres, M. Gaillardot a fait voir que le changement d'inclinaison des couches calcaires et marneuses sur ce dernier point, où existe un petit vallon, était dû à des phénomènes volcaniques qui s'y sont produits. Cette dépression est occupée par des roches ignées, des wackes gris brun empâtant des nodules de roches basaltiques, et séparées, de distance en distance, par des lits de tuf et de pépérino gris cendré. A leur contact, les calcaires sont devenus cristallins, durs, compactes, et les silex bruns qu'ils renfermaient ont été rendus esquilleux et fragiles. C'est sur ce mamelon de produits ignés que viennent se ployer les couches sédimentaires des deux versants de la montagne de Jérusalem. A partir de ce point,

(1) Gaillardot, *loc. cit.*

(2) Voyez *antè*, p. 190, ce que nous avons dit de l'opinion de M. Gaillardot sur l'âge de ces calcaires.

les unes s'abaissent à l'O. pour plonger sous la Méditerranée, et les autres à l'E. sous la mer Morte.

Sur les bords de celle-ci, il n'y a point de volcans éteints, ni aucune trace d'éruptions récentes, et les roches pyrogènes qu'on y observe sont antérieures à l'époque actuelle. Telles sont celles des environs de Khalil ou d'Ébron, au fond de la vallée. Suivant M. Gaillardot, elles manqueraient complétement sur la rive opposée ou orientale, dont les couches calcaires inclinent aussi à l'E., en présentant leurs tranches au lac, qu'elles bordent ainsi d'un escarpement abrupt fort élevé (*antè*, vol. I., p. 173, 205 et 464); néanmoins M. Russegger (1) a indiqué deux masses de basalte sur cette même rive, au pied de l'escarpement, ce qui a été confirmé par les observateurs de l'expédition américaine commandée par M. W.-F. Lynch (2).

M. Hitchcock (3) avait également conclu, des observations de plusieurs missionnaires, qu'une faille suivait la vallée du Jourdain depuis Akabah jusqu'à l'Anti-Liban, et que le long de cette brisure les agents volcaniques s'étaient manifestés avant les temps historiques. Les bords du lac de Tibériade sont aussi représentés comme recouverts de laves noires très variées. Près de Kadita, suivant M. Hébart, il existe un petit cratère, et, en continuant à remonter le Jourdain, des laves compactes et des basaltes apparaissent çà et là, de même qu'entre Alep et Beyrout. M. Newbold (4) signale encore, dans la partie orientale de la plaine de la Phénicie, le calcaire secondaire du Liban comme traversé par des dykes puissants de basalte, en rapport avec des lignes de fractures attribuées aux fréquents tremblements de terre qui agitent le pays. Un ancien cratère bordé de laves avait été déjà mentionné par MM. Robinson et Smith.

(1) *Reisen in Europa*, etc. Atlas, carte géognostique de l'Arabie Pétrée et de la partie sud de la Syrie. 1847. — *Id.* Voyage de Jaffa au Jourdain, au lac de Tibériade et à la mer Morte (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 306). — Lynch, *The Dead sea expedition* (*Southern liter. mess.*, sept. 1848). — *Amer. Journ.*, 2e série, vol. VI, p. 441. 1848. — Marchand, Composition de la roche de la montagne des Oliviers (*Erdman's und March. Journ.*, vol XL, p. 192, 1847; — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 706). — Molineux, *On the Jordan and Dead sea* (*The Athenæum*, 1er avril 1848). — *Amer. Journ.*, 2e série, vol. VI, p. 146. 1848.

(2) *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VIII, p. 317. 1849.

(3) *Transact. Assoc. Amer. geol.*, p. 348. Boston, 1840-42.

(4) *Soc. asiat. de Londres*, 20 fév. 1847. — *L'Institut*, 23 juin 1847.

A la ligne de partage des eaux du Tigre et de l'Euphrate, le Taurus est formé de roches diallagiques, de serpentines, de schistes cristallins et de calcaires (1). Dans le Guldagh et près d'Ayali, des roches feldspatho-pyroxéniques alternent avec les couches crétacées et les recouvrent. Leur contact se voit sur beaucoup de points de la contrée. Dans le bassin de l'Euphrate, depuis le pied du Taurus jusqu'à Rum-Kol'ah, règnent des calcaires de la formation crétacée, cristallins, fossilifères, très disloqués, accompagnés de dolérites ou de roches amphiboliques avec pyroxène et olivine, de roches pétrosiliceuses compactes, de basaltes et de basanites. A l'entrée de la vallée de Békir-Karasu, ces produits ignés sont séparés de la craie par des calcaires métamorphiques spilitiques, des spilites rouges et des wackites colorées en bleu par du fer phosphaté. En outre, des montagnes isolées, coniques, formées des mêmes roches, se montrent çà et là, interrompant les strates crétacés qui constituent le pays entre l'Euphrate et Urfa, depuis Bir, au sud, jusqu'à Someïsat, au nord. Bassin de l'Euphrate.

Près de Zehereh, des plateaux de craie endurcie sont recouverts de basalte, et l'on a vu (*antè*, vol. II, p. 965) la position de ces derniers aux environs de Zénobie, où, avec des basanites, des spilites et des amygdaloïdes à nodules de calcaire spathique, ils recouvrent les marnes gypsifères. Aussi M. Ainsworth pense-t-il que la plaine de l'Arabie est occupée, sur une grande étendue, par ces produits ignés, qui se prolongeraient depuis Palmyre jusqu'à Zénobie. Ils sont postérieurs aux derniers changements qui ont eu lieu dans la configuration du sol au nord des montagnes de Bushir, et entre celles-ci et le Taurus.

Nous avons déjà parlé (*antè*, vol. II, p, 960 et 962) des roches pyrogènes du bassin supérieur du Tigre aux environs de Jézirah et dans le Kurdistan, et M. de Chancourtois (2) a fait également remarquer l'existence de roches basaltiques qui, avec les calcaires, forment une chaîne entre Jézirah et Diarbekir. Sur ce dernier point, dit M. W.-W. Smith (3), le Tigre coule sur des basaltes quelquefois scoriacés ou amygdaloïdes, constituant des collines coniques. Ces roches s'étendent, au sud-ouest, au-delà de Siverek, à 60 milles de distance du Tigre, et de même au nord-ouest, l'espace de Bassin du Tigre.

(1) W. Ainsworth, *Researches in Assyria, Babylonia and Chaldæa*, p. 19, in-8. Londres, 1838. — *Bull.*, vol. IX, p. 348. 1838.

(2) *Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 827.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 330. 1845.

20 milles. Hommaire de Hell (1) a rencontré des coulées récentes de basanites s'étendant sur les alluvions de la plaine de Kharpout et de la vallée du Tigre à Diarbekir, dans la plaine de Beremas, près du lac de Gheultchuk, au pied de la chaîne de Mihrab et dans la vallée de Bitlis, à une lieue et demie avant Doukhan. Des porphyres pyroxéniques se montrent au delà de Serzi, sur la route de Diarbekir à Van, puis à trois lieues après Van. Des euphotides existent à Kartalan, à dix lieues de cette dernière ville, sur la route de Khoï, et des cinérites ou cendres pyroxéniques sur le bord occidental du lac de Van, à une lieue de Tadvan. Les scories qui les accompagnent annoncent le voisinage d'un volcan éteint, que M. de Chancourtois a observé et dont il se propose de donner une description détaillée.

Perse. Les leucostites apparaissent dans la vallée de Khoï, dans celle de Keusub-Tach et entre les dépressions que parcourent le Tchak-Socciou et le Kocerou-Tchaï, ainsi que dans la chaîne de Kaflan-Kou, sur la route de Tauris à Téhéran. Au nord-ouest de cette dernière ville, elle forme, avec le porphyre pyroxénique, le mont Mianvich, et l'on a vu (*antè*, p. 194) quelle était la position de ce dernier par rapport aux roches nummulitiques de la montagne de Khialanck. Une variété de leucostite, passant au trachyte, constitue le pic du Démavend et le versant septentrional de la montagne jusqu'au village d'Ask. Très riche en cristaux de quartz, la roche renferme du mica, de l'amphibole et peu de pyroxène. La péridotite se présente vers sa limite et repose sur des conglomérats modernes.

Turcomanie. Nous avons déjà traité (*antè*, vol. II, p. 933) des dépôts tertiaires et plus récents de la côte orientale de la mer Caspienne, ainsi que de la disposition de la chaîne des Balkhans; nous ajouterons ici quelques détails sur les roches ignées du même pays. Le Kurré proprement dit est une plaine unie, élevée et stérile, qui se réunit au nord avec le bassin de Karabgaose et descend en falaises escarpées, au sud, vers le golfe de Balkhan, où se trouvent deux groupes de montagnes: celui de Balkouï et celui d'Ouorak. Les porphyres et les granites s'étendent de l'O. à l'E., parallèlement au Kurré, formant les hauteurs de ces deux groupes et l'extrémité orientale de l'île de Dagad (2).

(1) A. Viquesnel, *Notice sur la collection de roches recueillies en Asie par Hommaire de Hell* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, séance du 6 mai 1850).

(2) Felkner, *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, vol. V, p. 143. 1838.

Les porphyres sont à pâte brune et verdâtre avec des taches rouges. Le feldspath, l'amphibole et le quartz s'y trouvent en cristaux isolés. Ces variétés occupent les sommets des mamelons et passent à la variolite vers le centre et à la base. Des conglomérats porphyriques s'observent au dehors ou sur les pentes des massifs. Les granites à petits grains et les granites compactes sont injectés dans les porphyres sous forme de veines verticales, plus ou moins parallèles entre elles, dont l'épaisseur est de $1^{m},50$, 4 et même 8 mètres. Elles courent S.-S.-E., N.-N.-O. avec quelques déviations. Dans les vallées de Balkouï et de Gamiaoushau, M. Felkner a trouvé, au milieu de blocs de granite, des fragments de calcaire coquillier et peut-être lacustre, tellement modifiés par le feu, qu'ils ressemblaient à de la pierre ponce, tout en conservant les empreintes des fossiles.

On a vu que la chaîne des Balkhans, dirigée E., O., parallèlement à celles du Kurré et de Koscha-Sury, se terminait brusquement au nord par une muraille presque verticale, de 850 mètres de hauteur, découpée par des fentes à pic, perpendiculaires à sa direction. Cette chaîne se compose, de bas en haut, de grès, de marnes compactes gris verdâtre et bleues, puis de calcaires grossiers compactes ou grenus, très coquilliers vers le sommet. La direction générale des strates est E., O., comme celle de la chaîne de la côte nord du golfe de Balkhan et des éruptions porphyriques ; leur inclinaison est au S. et au S., O. Or ces faits, joints aux observations que l'auteur a recueillies sur d'autres points, le portent à admettre que l'apparition des porphyres a disloqué les bancs de grès, de marnes et de calcaire grossier, a soulevé la chaîne des Balkhans et a contribué aussi au relèvement des conglomérats calcaires de la chaîne du Kurré. Les porphyres de Balkhouï, d'Onorak et de Dagad seraient les dernières manifestations de ce grand phénomène.

Pour déterminer avec plus de précision encore le moment de ce soulèvement, l'auteur fait remarquer qu'après les calcaires grossiers qui couronnent la chaîne, se déposèrent la mollasse, du sel gemme, des calcaires lacustres, et, plus tard, des calcaires marins de l'époque actuelle, avec du sel et des alluvions. Les calcaires d'eau douce, au milieu de ces dépôts marins de la côte orientale de la Caspienne, forment des espèces d'îles à couches horizontales, séparées dans le voisinage du porphyre (Kurré) et reposant sur le porphyre même (île de Dagad). Ainsi l'apparition des roches ignées a eu lieu entre la fin du groupe tertiaire proprement dit, qui consti-

tue les Balkhans et les dépôts qui l'ont suivi, alors que se formaient probablement les assises de marnes et de grès argileux ou mollasse. Dans cette partie de l'Asie comme dans l'ouest, le centre et le sud de l'Europe, nous retrouvons donc des filons puissants de roches granitiques qui se sont élevés des profondeurs de la terre, non seulement pendant l'époque tertiaire, mais, très probablement aussi, dans les derniers temps de cette même époque. Les *causes granitifiantes*, si l'on peut s'exprimer ainsi, qui agissaient presque exclusivement sur la matière fluide de l'intérieur du globe, à l'origine des choses, se sont affaiblies graduellement à travers les âges, pour cesser tout à fait à l'époque quaternaire, dont aucun produit igné ne nous a encore présenté les caractères de véritables filons granitiques.

§ 4. Arabie.

Si, redescendant à présent au S., nous suivons la côte orientale de la mer Rouge, nous verrons les montagnes de l'Yémen courir parallèlement à cette côte. Leur élévation est très variable, mais on peut juger d'après la végétation que leur altitude dépasse 2500 mètres. Toutes paraissent être d'origine volcanique ou trachytique. Le mont Saber, entre autres, est une masse de trachyte presque isolée qui domine toutes les cimes environnantes (1).

La ville d'Aden, suivant M. F. Burr (2), est bâtie au centre d'un cratère presque circulaire de un mille et demi de diamètre, et entouré, au N., à l'O. et au S., par une nappe continue de laves dont l'élévation varie de 325 à 576 mètres. Le cratère est ouvert à l'E. sur un demi-mille de large, et la mer s'avance de ce côté jusque sous les murs de la ville. L'île abrupte de Seerah, située à un demi-mille de la côte, est un témoin de l'ancienne extension du cratère dans cette direction. Le sol d'Aden est uni, peu élevé, et l'orifice du volcan paraît avoir été rempli en partie par les éboulements de ses parois, en partie par des matériaux que la mer y a déposés. Une grande fente, dirigée N., S., coupe le cratère en deux portions: l'une occidentale, demeurée intacte : c'est le Gebel Shunsane, de

(1) B. Cotta, *Notice sur un voyage dans l'Arabie Heureuse* (*Arch. du Muséum d'hist. nat.*, vol. II, p. 82; — *Bull. de la Soc. de géographie*, vol. XII, p. 369).

(2) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 499. 1842. — *Proceed. id.*, vol. III, p. 355. — *Bull.*, vol. XII, p. 449. 1844.

578 mètres d'altitude; l'autre orientale, qui, comme on vient de le dire, est presque entièrement détruite.

Parmi les roches qui constituent le promontoire d'Aden, on trouve surtout une lave brun foncé, celluleuse, fort répandue, puis un porphyre verdâtre, en assises puissantes, alternant avec des couches rouges qui les séparent de la lave. Au nord et à la base des produits volcaniques, des sables marins endurcis renferment beaucoup de coquilles et de polypiers, dont les espèces vivent encore sur la côte. Ces porphyres et ces nappes de lave inclinent généralement de 15° en dehors du cratère, mais souvent on les voit disposés irrégulièrement et contournés. De nombreux dykes de roches siliceuses, plus dures, plus solides et plus compactes que les laves, traversent et coupent les produits volcaniques sous forme de murailles verticales.

M. Malc Olinson (1) a découvert du mercure natif dans ces roches. Il y est disséminé en globules dans les cavités. L'obsidienne se montre aussi en veines et même en nappes, ainsi que des amygdaloïdes. La disposition générale de cet ancien volcan paraît rappeler tout à fait celle de l'Etna, dit M. Buist (2), et des amas de cendres remplis de coquilles auraient été portés à une grande hauteur lors de l'émersion du cône principal.

Plus à l'E., dans l'Arabie orientale, sur le pourtour du golfe Persique, dans la Perse centrale, le Béloutchistan et l'Afghanistan jusqu'à l'Indus, dans toute cette immense surface de l'Asie encore si peu explorée et d'un accès si difficile aux voyageurs, nous ne connaissons point de produits ignés appartenant avec certitude aux époques dont nous nous occupons; mais, au delà, la presqu'île occidentale de l'Inde va nous les présenter avec des caractères et un développement que nous ne retrouverons sur aucun autre point du globe.

---

(1) *L'Institut*, 18 déc. 1844.
(2) *Journ. of the Bombay r. asiat. Soc.*, n° 6, octobre 1843.

CHAPITRE VIII.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'ASIE MÉRIDIONALE.

§ 1. Presqu'île occidentale de l'Inde.

Nous décrirons les roches ignées de la presqu'île occidentale de l'Inde, en commençant par celles de la province de Cutch, située au sud de l'embouchure de l'Indus; puis nous avançant vers l'E., nous mentionnerons celles du plateau de Malwa, du Bundelkund, du Boghelkund, au nord du bassin de la Nerbuddah, celles du massif qui sépare ce fleuve de la Tapty, celles des hauts districts de Nagpour, de Bérar et d'Aurengabad, d'Hyderabad et de Bidjapour, et, descendant la chaîne des Ghates occidentales, de Bombay à Goa, nous étudierons dans tout leur développement ces immenses nappes trappéennes qui s'étendent sur toute la grande province du Deccan. Nous terminerons en résumant les caractères généraux et la distribution géographique de ces vastes surfaces, si remarquables par leur horizontalité; car, si dans presque toutes les autres parties du globe, l'horizontalité des produits ignés est un fait accidentel, dans l'Inde, au contraire, c'est en quelque sorte leur position normale. Déjà en 1833, M. J. Calder, dans ses *Observations générales sur la géologie de l'Inde* (1), avait signalé toute l'importance de ces phénomènes, et nous essaierons de donner ici une idée des travaux qui ont été publiés depuis sur le même sujet.

Province de Cutch.

Les roches ignées de la province de Cutch, qui ne diffèrent entre elles que par les proportions de l'amphibole, du feldspath et du pyroxène, ont, pour ainsi dire, à chaque pas, disloqué ou altéré les couches de sédiment. Elles ont évidemment fait éruption à plusieurs reprises, et c'est ainsi, dit M. Grant (2), que souvent la base des escarpements est composée de masses pyrogènes considérables,

(1) *Asiat. Researches*, vol. XVIII, p. 1. 1833.
(2) *Mem. to illustrate*, etc. Mémoire pour accompagner une carte géologique de Cutch (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, p. 306, 1840). — *Bull.*, vol. IX, p. 21. 1838.

brisées et roulées, tandis que la partie supérieure affecte une structure colonnaire. Ailleurs, le basalte alterne avec un grès calcaire ou avec un calcaire grossier, d'une structure tabulaire, toujours fragile et distinctement stratifié. Des fragments anguleux de basalte sont enveloppés dans le calcaire et paraissent en être contemporains, quoique sur d'autres points les deux roches se succèdent régulièrement, et que le basalte soit interstratifié avec des calcaires cristallins purs ou travertins.

(P. 312.) Les principales masses ignées se trouvent au sud de la province et forment un groupe de montagnes appelé Doura. Dans la partie méridionale de cette chaîne, les roches sont porphyroïdes, mais la partie septentrionale s'abaisse, et sur ses bords le sol devient plat et uni. A l'intérieur du groupe, on remarque de petites collines coniques, réunies en grand nombre autour d'un espace circulaire déprimé. Les flancs de ces cônes sont très rapides, et présentent d'innombrables lignes horizontales, formant des anneaux qu'on ne peut mieux comparer qu'à d'étroits sentiers. La surface, couverte de basalte en petits fragments, est tout à fait dépourvue de végétation, et ressemble à un chemin nouvellement *macadamisé*. Dans les ravins profonds, dont les parois sont à pic, la structure colonnaire est très prononcée. Ce sont des polyèdres réguliers de grandes dimensions.

Près de Nurra, sur les bords du Runn, le basalte alterne trois fois avec les schistes argileux, endurcis, les grès grossiers et tendres, les argiles schisteuses et les grès schisteux, et il constitue en outre le sommet conique de la colline qui n'a que 3 mètres de diamètre. La même roche ignée alterne avec le grès calcaire au village de Doonee, et près de ceux de Keroee et de Choolree. Les espaces qui séparent ces collines sont généralement recouverts d'une argile rouge, dont une variété, de teinte très foncée, très dure et amygdaloïde, renferme des cristaux de carbonate de chaux, de la calcédoine et du quartz hyalin prismé. Le basalte est associé au travertin près de Wurrowsow, sur le versant sud-ouest de la petite chaîne de Charwar. Le Denodur, situé sur le bord du Runn, est une montagne élevée, d'origine volcanique. On y reconnaît les traces d'un cratère irrégulier, et sur ce point, comme sur plusieurs autres, on peut remarquer que ces masses pyrogènes sont toujours dues à des basaltes poussés de l'intérieur à travers les couches sédimentaires. On a vu (*antè*, p. 196) les dérangements éprouvés par les calcaires nummulitiques de Luckput et de Punundrow.

Au village de Wagé-ké-Pudda, un soulèvement paraît être plus récent que ceux dont on vient de parler. C'est un plateau de marnes à Nummulites, dont le milieu est occupé par de petits cônes noirs, rouges, jaunes ou blancs, avec des cendres éparses çà et là et semblables à celles d'un fourneau, le tout d'un aspect aussi intact que si les phénomènes souterrains se produisaient encore. Vers le centre, on remarque aussi de petits cratères ou espaces circulaires entourés de murailles de basalte; mais aucun d'eux ne forme un cercle complet ou continu, leur pourtour étant brisé ou interrompu par places. Dans un de ces cratères, dont les deux tiers de la circonférence subsistent encore, les parois, de 12 mètres de hauteur, sont verticales à la partie supérieure, composée de basalte très compacte et colonnaire, tandis que la base forme un talus de sable volcanique et de scories agglutinées se divisant en feuillets très minces. Le fond de cette dépression, de 80 mètres de diamètre, est rempli de sables volcaniques enveloppant des fragments anguleux de basalte.

Après avoir insisté sur l'aspect brûlé et scoriacé des roches sédimentaires qui forment le sol de ce pays, et fait remarquer la différence notable des basaltes qui paraissent fort anciens avec les cendres et autres produits volcaniques qui semblent au contraire si récents, M. Grant est conduit à penser qu'en effet les uns et les autres appartiennent à des périodes différentes; seulement les déjections modernes se seraient effectuées, par des conduits préexistants, au milieu des anciennes; d'où résulteraient pour l'observateur des mélanges et des associations apparentes. En un mot, les phénomènes volcaniques ont affecté toutes les formations de la province, et le Grand-Runn doit encore ses caractères actuels aux mêmes agents.

Malwa, Bundelkund et Boghelkund.

Les plateaux de l'Inde centrale sont composés d'un groupe de montagnes qui s'étend du golfe de Cambay et de Guzerate à Monghir sur le Gange. La chaîne médiane de ce groupe est celle de Vindhya, limitée au S. par la vallée de la Nerbuddah et au N. par les plateaux de Malwa. Elle est en outre accompagnée de deux chaînes latérales : l'une au midi, qui borde immédiatement aussi la vallée de la Nerbuddah, est la chaîne de Satpura, aboutissant à l'E. aux plateaux de Chota-Nagpour et à l'ouest aux Ghates; tandis que l'autre, appelée chaîne de Chittore, limite le côté septentrional du plateau de l'Inde, ayant son extrémité orientale non loin d'Agra, et se réunissant à son extrémité opposée avec le prolongement sud-

ouest des plateaux. Enfin le rameau le plus septentrional de ce système de rides est l'Aravully (1).

La chaîne de Vindhya s'élève moyennement de 500 mètres au-dessus de la Nerbuddah ; ses flancs sont très abrupts du côté de ce fleuve, et au nord elle s'abaisse en pente douce pour se confondre avec les plateaux de Malwa, formés de nappes horizontales de basalte et d'amygdaloïde, alternant jusqu'à quatorze fois. L'épaisseur de ces nappes s'accroît de haut en bas ; la plus élevée, qui est poreuse, altérée, remplie de zéolithes, de terre verte, de quartz et de calcaire spathique, n'a que 4 à 6 mètres de puissance, tandis que celles de la base, qui sont de basalte, en ont jusqu'à 100. Lorsqu'on se dirige vers le N., les roches varient peu dans leurs caractères, et elles s'amincissent en approchant de la chaîne de Chittore où elles disparaissent *sous* les roches de quartz et de grès dont cette chaîne est formée. Si l'on descend du plateau de Malwa vers l'O., dans la plaine de Guzerate, on trouve les basaltes et les amygdaloïdes précédents jusqu'au village de Parrah. Les grès reparaissent à Kaunass. Les roches feldspathiques et micacées marquent la séparation des roches ignées et sédimentaires ; mais ici M. Stewart fait reposer les basaltes et les amygdaloïdes *sur* les grès, tandis qu'au nord M. Dangosfield les fait passer *dessous*. Nous verrons d'ailleurs se reproduire plusieurs fois ces incertitudes et ces opinions contraires sur l'âge relatif des grandes émissions trappéennes de l'Inde, et ce n'est que très récemment que des observations assez précises ont fait cesser les doutes à cet égard.

V. Jacquemont (2), qui a traversé ces plateaux du N. au S., a donné quelques détails locaux qui confirment les précédents. Ainsi, autour de Mallarghur, la plaine est formée de trapp compacte, gris ou noir, avec des nodules de chaux carbonatée, et de dessous lesquels sortent, dans les dépressions du sol, des bancs de quartzite rougeâtre ou violâtre tacheté de jaune. De Mundissour à Katchrode et à Ruttlam règnent toujours les trapps disloqués, les quartz compactes souvent recouverts du terreau noir fertile dont nous avons parlé sous le nom de *regur* (*antè*, vol. II, p. 328), et que l'auteur at-

(1) Mac Clelland, *Report of a committee*, etc. Rapport d'un comité pour la recherche des ressources minérales de l'Inde, p. 74 ; in-8. Calcutta, 1838.

(2) *Voyage dans l'Inde*, vol. III, p. 589 ; 4 vol. in-4 avec atlas. Paris, 1844. Profil du pays entre Indour et la Nerbuddah, pl. 76, f. 3 de l'Atlas.

tribue à la décomposition des trapps. Ceux-ci constituent des collines au sud et au sud-est d'Indour, et, entre cette ville et Samais, se dessinent au-dessus de la plaine, en forme de collines allongées. La roche est quartzeuse, à pâte très compacte, caverneuse et remplie de zéolithes. Elle se divise en masses irrégulières, sans aucune apparence de stratification. Cette variété domine dans la province de Malwa et affleure partout dans le lit des torrents et au fond des ravins. La plaine de Malwa, qui se relève jusqu'à Mhow pour atteindre environ 670 mètres d'altitude le long de la crête de Vindhya, est entièrement formée par les basaltes noirs, compactes, ou par des amygdaloïdes employées dans les constructions de Mhandou. A partir de Naltcha, le sol s'abaisse doucement jusqu'à la Nerbuddah. Les montagnes de Vindhya sont composées, sur une épaisseur d'au moins 460 mètres, de ces trapps noirs, compactes, et les 100 mètres supérieurs sont un conglomérat basaltique à pâte trappéenne, calcaire et celluleuse.

L'amincissement vers le nord des roches ignées du plateau de Malwa et de la chaîne de Vindhya fit penser à M. Mac Clelland, que ces roches ont surgi des bords de cette dernière chaîne, et que, malgré certaines apparences contraires, elles reposent réellement sur les grès dans le bassin de la Nerbuddah comme dans le Guzerate. Le niveau général du pied sud de la chaîne d'Aravully étant plus élevé que les sommets de celle de Vindhya, et les nappes de basalte et d'amygdaloïde de cette dernière diminuant d'épaisseur vers le nord du plateau de Malwa, on peut concevoir, en effet, qu'elles aient été poussées au dehors, sous forme de lave, par des ouvertures situées dans cette dernière région, d'où elles se seraient répandues sur un plan incliné, s'accumulant successivement pour constituer les assises de l'escarpement méridional de la chaîne de Vindhya.

Dans la partie sud du Bundelkund, M. James Franklin (1) a fait voir que les trapps, qui commencent au delà de Pattarya, se prolongent jusqu'à Sagur (2). La partie supérieure est souvent globu-

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie d'une portion du Bundelkund, du Boghelkund et des districts de Sagor et de Jebelpur (*Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 23).

(2) L'auteur écrit *Sagor;* mais il est évident que ce n'est point la ville située à l'embouchure de l'Hougli, mais que c'est celle désignée sous les noms de Sagur, Sangur ou Sangor, et qui se trouve à 35 lieues au nord-est de Bhòpal (Bopal).

laire; au-dessous est une wacke endurcie, brunâtre, quelquefois scoriforme, caverneuse et colonnaire. Plus bas se montre une couche de calcaire blanc, terreux, avec de la silice, de l'alumine et des cherts. Cette couche paraît avoir été à demi-calcinée, et lorsque le trapp repose sur les grès, comme dans le district de Sagur, il enveloppe des nodules de cette dernière roche. Les minéraux siliceux sont très répandus dans ces trapps, ainsi que les zéolithes. Les roches primaires qui forment le fond de la vallée de la Nermadah sont fortement redressées et recouvertes transgressivement par les nappes précédentes. Sur la rive gauche, les roches ignées sont toujours associées avec le calcaire terreux, et toute la série repose sur des marnes et des grès rapportés au trias. L'auteur a distingué dans le district de Djabalpoor (1) deux sortes de trapps ou de roches basaltiques : les unes, plus anciennes, traversant la grauwacke, viennent affleurer dans le lit de la Nermadah, ont une épaisseur de 50 mètres, et sont pénétrées de veines et de nodules de diorites disposés dans le sens des assises et probablement contemporains de celles-ci; les autres, plus récentes, s'étendent sur le granite ou le gneiss, et renferment une plus grande quantité de pyroxène.

M. S. Coulthard (2), en étudiant ces mêmes trapps à l'ouest du district de Sagur jusqu'à Bhopalpur (Bhôpal ou Bopal), sur les rives de la Newas, y a reconnu les mêmes dispositions et les mêmes caractères que précédemment. Les roches ignées atteignent une altitude de 760 mètres à l'est de Raisin. Leurs variétés, au nombre de vingt, contiennent toutes beaucoup d'olivine et ne paraissent pas rentrer dans des espèces bien définies. Elles sont composées de feldspath et d'amphibole; elles sont terreuses, compactes ou amygdaloïdes et d'un noir brunâtre. Des wackes endurcies, brun noir, sont aussi très répandues dans le pays. Ces roches recouvrent, comme on l'a vu, un banc de calcaire blanc, terreux ou endurci, dont la destruction par les agents atmosphériques serait, suivant l'auteur, l'origine du kunker (*antè*, vol. II, p. 324). Ce même calcaire a été considéré quelquefois comme appartenant au lias inférieur qui aurait été calciné par le trapp; mais rien ne paraît justifier encore cette opinion.

Entre la Nerbuddah et la Tapty, de Mundleysir à Assirghur, les

(1) Jebelpur, Jubbulpoor, Djabbalpoor ou Djabbalpour.

(2) *The trapp formation*, etc. Sur la formation trappéenne du district de Sagur et des districts situés plus à l'ouest, etc. (*Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 47).

trapps sont partout à nu, très variés, mais disposés sans ordre et sans véritable stratification. Des zéolithes et des nodules de quartz laiteux y sont très fréquents. La chaîne de Satpura est d'ailleurs semblable à celle de Vindhya qui lui est parallèle (1).

Provinces de Nagpour et de Berar.

Les roches basaltiques des collines de Sitabaldi, de Nagpour et des environs de cette ville sont poreuses, semi-colonnaires, et passent graduellement ou brusquement à une wacke grossière, poreuse, ou bien à une argile endurcie qui à son tour passe au basalte ou à une wacke nodulaire. Les cavités sont remplies par de la calcédoine, de l'opale, du carbonate de chaux, ou par un enduit de nature pyroxénique. La wacke ou basalte nodulaire est une des variétés les plus fréquentes dans l'immense étendue qu'occupent ces roches ignées au sud de la Nermada. On la trouve constamment dans la grande chaîne qui sépare les bassins de la Purnah et de la Tapty; elle en constitue la masse principale, et nous la verrons s'étendre bien au delà, à travers tout le Bérar et une partie des provinces de Bider, d'Hyderabad, du Sholapur, etc. (2). Nagpour est à la limite des trapps et des granites. La montagne de Sitabaldi, à l'extrémité orientale des trapps, est environnée de gneiss qui vient affleurer tout autour, et, sous la ville même, cette roche se trouve à un niveau plus bas que précédemment, ce qui porte M. Jenkins (3) à penser que celle du Sitabaldi a été relevée par les produits ignés.

En traitant des fossiles de la portion orientale du district basaltique de l'Inde, M. Malcolmson (4) a été porté à distinguer le trapp des dykes de celui qui forme les grandes nappes basaltiques, par l'absence d'olivine dans le premier et par son abondance au contraire dans le second, lequel se montre aussi plus cristallin et plus amygdaloïde. Lorsqu'il est en masse, le trapp recouvre le granite ainsi que les dépôts stratifiés. Sous forme de veines, il traverse le granite, le calcaire et les grès, et les couches lacustres sont fréquemment enve-

(1) V. Jacquemont, *loc. cit.*, p. 596, et coupe du pays entre la Nerbuddah et la Tapty, Atlas, pl. 76, f. 4.

(2) W. Voysey, *On the geology*, etc. Sur la géologie et la structure minéralogique des collines de Sitabaldi, de Nagpour et de ses environs (*Asiat. researches*, vol. XVIII, p. 123).

(3) *Ibid.*, p. 195.

(4) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 537. 1837-1841. — *Journal de Madras*, n° 20, p. 203. 1838. — *Bull.*, vol. IX, p. 248. 1838. — *Notes explanatory*, etc. Notes explicatives d'une collection d'échantillons recueillis entre Hyderabad et Nagpour (*Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. V, p. 96).

loppées par les roches pyrogènes ou mélangées avec elles (*antè*, vol. II, p. 981). Des veines de calcaire blanc pulvérulent ont été rencontrées sous des nappes de basalte, et, presque toujours, les dépôts calcaires semblent accompagner ces émissions basaltiques. Les minéraux contenus dans les amygdaloïdes n'auraient pas été produits en même temps par infiltration et par sublimation, mais ils résulteraient, suivant l'auteur, d'une attraction moléculaire, et cela, parce que le carbonate de chaux, quoique fréquent, l'est cependant beaucoup moins que les minéraux silicatés.

Le trapp, comme on vient de le dire, a poussé des veines dans le granite, les calcaires et les grès, puis il a enveloppé les cherts ou roches siliceuses, caractérisées par des coquilles d'eau douce. Or, si comme tout porte à le croire, ces dernières sont tertiaires, une partie au moins des basaltes des monts Sichel ou de Nirmul qui forment la limite orientale de la grande région trappéenne de l'Inde serait également tertiaire. Les détails dans lesquels nous sommes entré (*antè*, vol. II, p. 981 et 995) ne laissent pas douter, en effet, que cet immense épanchement de lave n'appartienne à l'époque tertiaire pendant laquelle il a pu s'effectuer à plusieurs reprises.

Province d'Aurengabad.

La Tapty et la Pournah roulent leurs eaux sur un lit inégal de trapp, et, de la Pournah à la base des montagnes qui supportent le haut plateau du Deccan, une vaste plaine ondulée présente toutes les variétés des roches ignées précédentes. Celles que V. Jacquemont (1) avait observées depuis Nimutch, au nord de Malwa, n'avaient point les caractères des basaltes de l'Europe occidentale. Les diverses variétés s'enchevêtrent les unes dans les autres et se lient par des passages minéralogiques. Les filons de quartz et les veines de carbonate de chaux y sont fréquents, mais on n'y remarque ni amphibole, ni feldspath cristallisé, ni pyroxène, ni parties scoriacées ou réellement celluleuses. Les cavités qu'on y rencontre résultent de la destruction des zéolithes.

De Tolligaon à Aurengabad, les roches amygdaloïdes sont très développées, et le plateau qui domine la dernière de ces villes se prolonge au N. et au N.-O. jusqu'au delà de Doultabad, la forteresse la plus célèbre de l'Inde, située sur une montagne conique entièrement isolée et taillée à pic sur tout son pourtour (2). Ses remparts artificiels, de 30 mètres de hauteur et même davantage, coupés

(1) *Loc. cit.*
(2) *Ibid.* Profil de la forteresse de Doultabad, Atlas, pl. 76, f. 5.

dans le roc vif, ont mis partout sa composition à découvert et fait voir qu'elle ne différait pas de celle du plateau voisin. Ce sont les mêmes roches, disposées de la même manière, c'est-à-dire des amygdaloïdes rougeâtres, à noyaux de quartz blanc, compacte, enveloppés d'argile verte. Leurs caractères excluent toute supposition que ce soit de grandes coulées ou des nappes fluides épanchées les unes sur les autres; ou, du moins, si telle était leur origine, les diverses éruptions ont dû se succéder immédiatement avant leur refroidissement ou leur consolidation complète, car les bancs obscurs que l'on voit dans la coupe verticale de Doultabad sont rarement continus, quoique horizontaux, et se fondent les uns dans les autres.

(P. 603.) L'idée que leur aspect suggère est celle d'un bain immense de matières fondues qui se seront refroidies paisiblement, là où tous les accidents de structure des roches sont horizontaux et assez continus, et qui auront été soumises à de violentes perturbations, à de grandes agitations intérieures pendant leur refroidissement, là où leur stratification apparente est contournée, ce qui est d'ailleurs l'exception.

Le plateau dont on vient de parler s'abaisse par des pentes très rapides vers la plaine d'Éllora, formée de roches amygdaloïdes diverses et de trapp affleurant presque partout, et présentant les mêmes variétés qu'à la surface du plateau, qui est élevé de 65 à 130 mètres au-dessus de la vallée et surmonté de petites collines de 30 à 50 mètres de haut.

(P. 507.) La petite ville d'Ellora n'est qu'à quelques centaines de mètres des collines disposées en amphithéâtre, et où sont creusées les caves qui l'ont rendue si justement célèbre. La direction générale de ces collines est N., S., et les caves sont ouvertes à l'occident. « Rien n'annonce, dit Jacquemont, le voisinage de ces monuments » extraordinaires. Les collines qui les recèlent dans leur sein sont » couvertes de lianes et d'arbrisseaux qui masquent l'entrée de » plusieurs, et d'ailleurs on n'y monte que par des ravines étroites » et tortueuses. Cette nature sauvage et solitaire encadre admira» blement ces merveilles de l'art des temps anciens (1). »

(1) Ce qui caractérise surtout ces monuments souterrains, si vastes, si nombreux, résultat d'un travail immense et dont l'âge est tout à fait inconnu, c'est que tous sont dans le même état de conservation; tous paraissent être contemporains, quoique construits peut-être par des sectes religieuses différentes, et nulle main profane ou barbare ne les a mutilés; le temps seul a laissé sur divers points quel-

Lorsqu'on gravit les collines à la base desquelles ces excavations ont été pratiquées, on observe des trapps décomposés, des amygdaloïdes également altérées, des veines de quartz passé à l'état terreux et des trapps rougeâtres, cariés, dont les cavités sont remplies d'argile vert jaunâtre. Cette roche se représente à divers niveaux, mais elle domine surtout vers le pied des escarpements, et c'est dans ses *faux bancs* que la plupart des excavations souterraines ont été creusées. On y trouve subordonné un trapp très compacte, noir et fendillé, en bancs presque horizontaux; puis viennent des trapps celluleux, passant au compacte et constituant aussi une des masses excavées, et, au-dessus, un trapp variolitique, qui est une des modifications les plus répandues, rempli de veines de quartz souvent jaspoïde, de quelques décimètres jusqu'à 1 mètre de large. Ces veines, rencontrées dans le creusement des chambres, sont sensiblement horizontales, et on les voit dans les temples souterrains, coupant d'une large raie blanche une multitude de statues d'idoles sculptées dans la roche en place. Les veines quartzeuses se montrent à peu près indistinctement dans toutes les variétés de roches trappéennes de cette série, dans la plaine, sur les pentes des montagnes aussi bien qu'au sommet des plateaux.

Des trapps rougeâtres, empâtant de nombreux globules de quartz, avec des cristaux lamellaires blanc jaunâtre qui paraissent être du feldspath vitreux, fritté, ont un aspect granitoïde et ressemblent aux porphyres feldspathiques (trachyte?) du Mont-Dore. Ils sont subordonnés à des variétés amygdaloïdes, et occupent la partie moyenne de la montagne de Douletabad, au-dessus des escarpements dont nous avons parlé, tandis qu'ils se trouvent vers le sommet de la série d'Ellora, d'ailleurs tout à fait comparable à celle de la forteresse précédente. Ces roches se distinguent de celles d'Ajuntah et du plateau qui sépare cette ville d'Aurengabad, par la rareté ou l'absence d'une substance cristalline noire, lamelleuse, fort abondante dans les variolites de Mhandou dans la chaîne de Vindhya.

(P. 606.) D'Ellora à Pounah, V. Jacquemont décrit les mêmes roches ignées compactes ou amygdaloïdes, solides ou terreuses, bordant les rives du Godavery et formant les plateaux et les montagnes. Il en est encore de même autour de Pounah, où les amygda-

ques marques de son action. (Voyez Mallet, *Asiat. Researches*, vol. VI, p. 397. Londres, 1804). — Sykes, *Transact. of the literary Soc. of Bombay*, vol. III.

loïdes dominent et sont semblables aux roches d'Aurengabad. Les monuments souterrains de la plaine de Kirkyl sont dans des amygdaloïdes assez compactes, noirâtres, et celles de Keurli sont dans des roches identiques avec celles d'Ellora. Les mêmes associations de diverses variétés de roches trappéennes se montrent jusqu'au sommet des Ghates. A Khandala, ce sont, parmi les mieux caractérisées et les plus répandues, une amygdaloïde violette, à grains verts, et un trapp plus homogène, plus dur, de teinte foncée, et se brisant sous le marteau en polyèdres irréguliers. Il y a des passages tantôt insensibles, tantôt brusques, entre les deux roches, autour de Khandala, comme à Aurengabad et à Pounah.

M. Newbold (1), à la suite de recherches géologiques faites entre Bellary et Bidjapour, et dans son itinéraire de Bombay à Madras, a signalé d'abord les schistes métamorphiques soulevés par des granites et traversés par des dykes de diorite, puis des roches à peu près semblables, entre la Tumbuddra et la Kistnah. Mais, au delà de ce dernier fleuve, commencent les nappes de trapp limitées un peu au nord par les roches métamorphiques précédentes. La ville de Bidjapour est assise sur une vaste nappe trappéenne. M. R. Baird Smith (2) s'est occupé de la structure des dykes de trapp qui ont traversé la syénite d'Amboor et de recherches sur les causes de ce phénomène. Ses observations ont été faites principalement sur la route de Madras à Bangalor. **Deccan et Ghates occidentales.**

La portion du Deccan (Dukhun) étudiée par M. W. H. Sykes (3) est limitée à l'ouest par la chaîne des Ghates ou monts Syhadree; le sol plonge à l'E. et au S.-E., mais avec une inclinaison si faible, que sa surface paraît être horizontale. Après avoir donné un aperçu des Ghates et des vallées qui en descendent à l'orient, l'auteur conclut que la plupart de ces dernières ne sont point dues à des érosions, mais qu'elles résultent de fractures. On s'élève des plaines, situées à l'est et à l'ouest de la chaîne, par des terrasses successives. Ainsi, aux environs de Munchur, on compte cinq de ces terrasses échelonnées les unes au-dessus des autres avec une grande régula-

(1) *Notes principally geological*, etc. Notes principalement géologiques entre Bellary et Bidjapour (*Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. XI, p. 929, 1842; — *Id.*, vol. XIV, p. 989, 1844; — *Id.*, *Journ. de Madras*, n° 26, p. 126, 1840).

(2) *Journ. de Madras*, n° 23, p. 287. 1839.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 409. 1836. — *Bull.*, vol. VIII, p. 253.

rité, et dont les plans sont tellement parallèles, qu'on les prendrait pour des ouvrages d'art. Les escarpements, souvent à pic, présentent dans la chaîne des murailles continues, au lieu de former des banquettes. Quelques uns ont jusqu'à 450 et même 900 mètres de hauteur. Lorsque les amygdaloïdes alternent avec les nappes de basalte, les premières, plus ou moins altérées et désagrégées, forment un sol peu incliné, couvert d'épaisses forêts, tandis que les pentes abruptes des seconds, demeurées intactes, contrastent fortement, par leur nudité, avec la riche végétation des parties boisées.

L'abondance des basaltes colonnaires est un des principaux caractères de la géologie du Deccan. Les basaltes et les amygdaloïdes les plus durs passent les uns aux autres, de telle sorte qu'on ne peut y tracer de séparation réelle qu'en suivant les plans de stratification, ou mieux de juxtaposition des nappes. La structure prismatique est plus prononcée dans les basaltes que dans les amygdaloïdes, et les formes sont plus ou moins déterminées, suivant le plus ou le moins de compacité de la roche. Les prismes parfaits sont généralement petits, à 4, 5 ou 6 pans; parfois cependant on en trouve d'un diamètre assez considérable. Sur quelques points on observe une structure schisteuse; les feuillets sont verticaux, de 5 à 7 centimètres d'épaisseur, très réguliers et terminés sur toutes leurs faces par des plans parallèles. La roche constitue alors une argile endurcie, très fragile, et la régularité de ses fragments les a fait vénérer par les habitants, qui y voient une influence mystérieuse agissant sur la matière inorganique. La place en est ordinairement barbouillée d'huile et de plomb rouge. Le basalte se présente aussi en boules qui se délitent par feuillets concentriques. Les dykes de quartz, tous verticaux, n'ont point soulevé ni disloqué les basaltes et les amygdaloïdes qu'ils traversent.

Une argile ferrugineuse, formant une couche semblable à celle qui recouvre la chaussée des Géants, en Irlande, passe d'une texture friable (au-dessus des amygdaloïdes rouges, sub-colonnaires de la source de la Seena) ou pulvérulente (près des colonnes basaltiques de Serroor), puis endurcie, à un jaspe terreux compacte (sous le basalte de Kothool). Son épaisseur varie de quelques centimètres à près d'un mètre, et on la trouve parfois sous une masse de basalte de 100 à 200 mètres de haut. Dans la vallée du Godavery elle prend l'aspect d'une nappe de porphyre, et elle est employée comme pierre de taille. Elle renferme quelques cristaux de carbonate de

chaux. Sa structure est assez différente suivant les divers points où on l'observe. Dans les Ghates, où elle est fort abondante, elle colore le sol et les eaux sur de grandes étendues.

Outre cette roche et le kunker, très répandu aussi dans le pays, M. Sykes mentionne, à la surface du sol, une immense quantité de fragments de basalte et de masses rocheuses entassées les unes sur les autres, comme par la main des hommes. La plupart de ces pierres affectent des formes géométriques, telles que celles de prismes à quatre pans ou de cubes presque parfaits. Les amas de pierres (*rocky-heaps*) de la chaîne des Ghates ont de 6 à 12 mètres de diamètre sur une hauteur à peu près égale. Ils sont exclusivement composés de masses plus ou moins considérables, sans aucun mélange de petits fragments. Les blocs de 1 mètre à 1^{m},30 de diamètre, placés les uns sur les autres, figurent grossièrement des piliers. Souvent on observe 50 ou 60 de ces amas dans un espace de deux milles carrés, et les intervalles qu'ils laissent entre eux sont complétement dépourvus de pierres.

La structure comme la composition minéralogique des trapps du Deccan varie dans une même nappe à de très petites distances. Le basalte passe souvent d'une roche à grain fin, compacte et noir, à une roche grise, amygdaloïde, qui se décompose à l'extérieur. Une variété de basalte compacte, très pesante et très dure, susceptible d'un beau poli, est employée pour sculpter les idoles, pour les temples et les piédestaux des colonnes en bois des maisons. Le basalte colonnaire n'offre pas toujours non plus la même compacité dans toutes ses parties et devient parfois terreux et ferrugineux. La base des roches amygdaloïdes est argileuse avec une plus ou moins grande quantité d'amphibole disséminé dans la pâte. Parmi les minéraux des amygdaloïdes, on doit signaler la stilbite vermiculaire et une substance brillante ressemblant à la cleavelandite (albite), en tables qui, se croisant sous divers angles, constituent la moitié de la masse de la roche. Diverses variétés de quartz sont aussi très fréquentes sur certains points, et sur d'autres ce sont des zéolithes. Quelquefois les unes et les autres manquent tout à fait. La chaux carbonatée rhomboïdale se rencontre avec les masses de quartz et de mésotype compacte, et la chaux carbonatée inverse et dodécaèdre avec l'ichthyophthalmite (apophyllite) dans les cavités des amygdaloïdes.

Dans le district qui s'étend entre le sommet de la Melsej-Ghaut et

le Gungathurce (1), sont des assises trappéennes, alternativement tendres et solides, qui ont une très grande puissance et qui sont remarquables par leur horizontalité. De Koobee à Gungathuree, on marche constamment sur une nappe de roche amygdaloïde ou sur un lit de gravier qu'elle recouvre. Ce dernier a de 15 à 18 mètres d'épaisseur et présente un aspect très uniforme. Le basalte nodulaire ou en boules recouvre l'amygdaloïde. Ses nodules varient depuis le poids d'une livre jusqu'à celui de plusieurs tonnes; ils sont sphériques, à couches concentriques et séparés les uns des autres par une roche tendre qui permet de les isoler facilement. Lorsqu'on s'élève, on voit ces nodules de plus en plus rapprochés, et enfin, la gangue qui les enveloppait disparaissant tout à fait, ils sont comprimés les uns contre les autres, prennent la forme de prismes, et la roche passe à un basalte colonnaire uniformément compacte.

Environs de Bombay et Concan.

La masse tout entière du plateau de Deccan est géologiquement composée comme les chaînes de collines qui sillonnent sa surface. La chaîne principale est dirigée N., S., et l'on n'y observe, sur une hauteur de plus de 1000 mètres, que des passages ou des alternances de roches trappéennes compactes et amygdaloïdes. Les autres chaînes, dirigées O., E., encaissent les rivières qui en descendent. La plaine ondulée qui, de la base des Ghates, s'étend jusqu'à la mer, est comparable, géologiquement,et topographiquement, au plateau du Deccan, situé à l'est de la chaîne. La roche y affleure partout et forme des collines arrondies et allongées, tellement nombreuses sur la plaine basse du Concan, surtout en face de Tannah et de l'île de Salsette, que, vues à une certaine distance, elles représentent une série continue de montagnes et sont comme un premier gradin des Ghates. L'île de Salsette, dont les collines s'élèvent de 300 à 400 mètres, est entièrement formée des mêmes roches et accidentée N. un peu E. comme son axe lui-même (2).

Suivant M. Clark (3) on y signale cinq ou six bandes de trapps (diorites-amygdaloïdes) concordantes entre elles et plongeant à l'O. Elles sont séparées les unes des autres par des lits d'apparence

(1) Conybeare, *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 11, p. 225. 1847.

(2) V. Jacquemont, *loc. cit.*, vol. III, p. 609.

(3) *On the neighbourhood of Bombay*, etc. Sur les environs de Bombay et sur les couches avec Grenouilles fossiles (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 11, p. 221. 1847).

sédimentaire, et des fossiles ont été trouvés dans le plus récent et le plus occidental de ces lits. Ces roches, de teinte bleue, et qui passent à une sorte d'argile schisteuse, semblable à celle du terrain houiller, renferment des empreintes végétales. Les bancs supérieurs alternent avec des grès, des argiles, et le tout est surmonté d'un manteau de basalte de 25 mètres d'épaisseur qui a plus ou moins altéré les roches et dérangé leur stratification.

Dans une coupe N.-O., S.-E., de Bombay à Pounah, l'auteur fait voir que les Ghates constituent plutôt un escarpement qu'une véritable chaîne de montagnes. Les roches du Deccan ou du versant oriental sont principalement des diorites et des amygdaloïdes recouvertes de basalte, et ayant une très faible inclinaison vers l'E. De ce côté, le trapp repose sur le gneiss et sur des roches métamorphiques aussi bien que sur quelques autres plus récentes. Les roches de Bombay, au contraire, sur le bord occidental du Concan, plongent toutes fortement à l'O., disposition que l'on peut attribuer à une large zone de cratères bien caractérisés, qui règne vers le milieu de la province, courant presque N., S., parallèlement aux Ghates et dans la direction des îles Maldives et Laquedives. D'autres éruptions semblent s'être produites çà et là sur les côtés, et avoir occasionné dans les contours généraux de la chaîne des anfractuosités ou baies dont la plus remarquable est à l'est de Bombay. L'aspect des volcans dont nous venons de parler montre qu'ils ont été sous-marins, et recouverts ensuite par d'autres produits ignés.

D'après M. Clark, la péninsule occidentale de l'Inde aurait été d'abord formée de roches métamorphiques, soulevées par les granites à plusieurs reprises, puis recouvertes de grès diamantifères et de calcaires argileux, le tout traversé par des dykes de diorite. Plus tard, et lorsque ces roches étaient encore sous l'eau, une série de bouches volcaniques s'ouvrit le long de la côte occidentale, et les produits ignés s'étendirent à l'E. avec une faible pente sur les roches plus anciennes, tandis qu'à l'O. elles descendaient dans une mer profonde. Pendant que ces accumulations successives avaient lieu, la région volcanique s'élevait, et elle finit par atteindre une hauteur d'environ 1500 mètres au-dessus des dépôts de la côte actuelle. La dernière période d'éruption vit sortir les basaltes qui, s'étendant le long de la côte occidentale, surmontent aussi les Ghates. Ils paraissent s'être épanchés comme des coulées, plutôt qu'en nappes, et avoir contribué à former les rameaux dirigés à l'est de la crête. L'apparition des dykes basaltiques a terminé cette série de

phénomènes, car on les voit traverser les cratères aussi bien que les roches adjacentes, et quoique restreints pour la plupart à cette zone volcanique, ils courent dans le même sens et paraissent avoir été injectés, non par des ouvertures particulières, mais suivant une ligne en relation avec un réservoir général placé à une grande profondeur.

Des actions dénudantes attribuées à l'eau se sont manifestées à la surface du Deccan, dont toutes les vallées résultent d'excavations, et aucune faille d'une certaine étendue n'y a été reconnue. A l'ouest, dans la région volcanisée, l'eau, pénétrant à travers les cratères et les dykes fissurés et devenus meubles, aurait enlevé une épaisseur de 1500 à 1800 mètres de matières volcaniques. Les eaux n'y ont pas découpé les roches comme dans le Deccan, mais elles les ont en quelque sorte disséquées, et les vallées, excepté dans le voisinage de la mer, loin d'avoir été ravinées, seraient dues à la réunion de courants de laves qui se joignent souvent par la base en formant un angle aigu, qu'un troisième courant a quelquefois rempli.

Les différences que nous venons d'indiquer dans les caractères physiques du Concan et du Deccan, et par conséquent des Ghates, sont attribuées au peu de solidité des roches de la première de ces provinces et à la résistance des roches non disloquées de la seconde. En l'absence de grandes lignes de failles, il est difficile en effet de se rendre compte autrement de la disposition des Ghates, et le Concan ne serait qu'une grande vallée d'élévation où la zone des volcans occupe précisément la ligne anticlinale.

On a vu que, sur le bord oriental de la grande région trappéenne de l'Inde, l'apparition des roches ignées avait pu être appréciée, au moins d'une manière approximative, par l'âge des dépôts dérangés ou recouverts, et, sur le bord occidental, M. Leith paraît avoir aussi déterminé l'ancienneté des couches placées entre les diorites ou les amygdaloïdes et la grande éruption de basalte des Ghates et du Deccan. Les phénomènes ignés, dans cette partie de l'Inde, au-delà de la Nerbuddah, se sont donc produits, à plusieurs reprises, dans la région occidentale, en suivant une direction N., S., à peu près constante, tandis qu'au nord de ce fleuve les éruptions n'appartiendraient peut-être qu'à une seule période, celle des nappes basaltiques du sud.

Résumé. Si nous jetons actuellement un coup d'œil général sur l'étendue qu'occupent les roches trappéennes dont nous venons de parler, nous verrons qu'elles couvrent près de la moitié de la presqu'île

occidentale de l'Inde, c'est-à-dire une surface de 200,000 à 250,000 milles carrés, ou plus grande que la France entière. Elle comprend les provinces de Malwa et les chaînes de Vindhya et de Sagur, bordant le bassin de la Nerbuddah, depuis l'embouchure de cette rivière jusqu'au Gange, ou du 73° au 89° long. E. (de Greenwich). M. Everest a décrit des trapps avec olivine, calcédoine et agate, jusqu'à la hauteur de Gwalior (26°15′ lat. N., 78°1′, long. E., de Greenwich), se prolongeant à l'E. jusqu'aux montagnes de Rajmahal, et à l'O. ou au S.-O. vers Nimuch, pour tourner ensuite au S. à Dohub, d'après M. Dangosfield. Au sud, on signale des trapps à Seringapatam (12°26′ lat. N.), et plus loin encore, au delà de Catallum, à l'extrémité de la grande chaîne, entre 8° et 9° de lat. N. Ces roches se prolongent non seulement jusqu'à l'extrémité du Deccan, mais encore dans le royaume de Mysore, formant toute la région élevée des Ghates et une partie de la plaine, qui est au-dessous, le long de la côte occidentale de la péninsule, sur cinq degrés de latitude.

La régularité et l'horizontalité des grandes nappes trappéennes, ainsi que leurs bords abruptes ou même verticaux, les avaient fait regarder comme s'étant épanchées sous les eaux, mais M. Sykes se demande avec raison, si, dans cette hypothèse, on ne devrait pas trouver des débris de corps organisés marins et des couches sédimentaires, soit au-dessous d'elles, soit alternant avec elles, et, d'un autre côté, si la matière fluide s'était épanchée par des cratères, les nappes devraient s'amincir à partir des points d'éruption, au lieu de conserver le parallélisme qu'on observe entre les surfaces inférieures et supérieures, et elles ne présenteraient point non plus ces murailles à pic qui les terminent. Ainsi sous le rapport de leur arrivée à la surface du sol, de leur contemporanéité et de leur mode d'épanchement, ces produits ignés de l'Inde ne sont pas moins remarquables que par leurs caractères physiques, la disposition qu'ils affectent et le développement qu'ils ont pris. Mais, à beaucoup d'égards, les résultats de ces immenses phénomènes doivent être longtemps encore le sujet d'études sérieuses et répétées.

§ 2. Iles de l'Océan indien.

Nous avons déjà dit quelques mots des volcans brûlants de Sumatra et de Java (*antè*, vol. I., p. 543), et nous mentionnerons ici le Java

peu d'observations qui nous sont parvenues sur les produits ignés, plus anciens, de la dernière de ces îles. Dans le district de Bantam, situé dans la partie occidentale de Java, on trouve des amas de lignite subordonnés à un tuf volcanique ponceux, et M. Ludwig Horner (1) regarde presque toutes les roches ignées de ce pays comme des trachytes, quoiqu'elles puissent être prises au premier abord pour des dolérites ou des anamésites. Le feldspath vitreux y abonde, mais il n'y a presque pas d'olivine, si ce n'est au Gunung Angsana, où ce minéral caractéristique du basalte se trouve associé au feldspath vitreux.

Quelques cours d'eau offrent dans leur lit des blocs, parfois assez gros, de roches syénitiques, granitiques et dioritiques qui paraissent provenir du noyau fondamental de l'île, base ou *substratum* des produits volcaniques plus récents. Ces roches cristallines anciennes constituent aussi une grande partie des îles de Sumatra, Banka, Bornéo, et les Célèbes occidentales, et c'est autour de ce centre primaire que règne une couronne de volcans qui va de Sumatra aux Philippines et au-delà.

Le Gunung-Gédé offre, dans sa disposition générale, la plus grande analogie avec le Vésuve. Ainsi, dit M. Ludwig Horner, le cratère actuel du volcan représente le cône central, et il est placé de même dans un ancien cratère dont on reconnaît les restes dans les escarpements des monts Leda-Ratu, Gamuru et Sunia-Kuning, comparables à la Somma. Le Gédé a une hauteur de 2957 mètres, et le Leda-Ratu en a 2947. Le cratère intérieur est séparé du précédent par une vallée analogue à l'*atrio del Cavallo*, et qui est recouverte de ponces. Ses laves sont principalement trachytiques. La surface

---

(1) *Notes sur la géologie de l'archipel indien* (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 1.—*Verhandl. van het Batav. Geognost. van Kurst an Vetensch.*, vol. XVII).—Voyez aussi : Fr. Junghuhn, *Observations géologiques dans les montagnes de Di-eng, dans l'île de Java et sur la vallée de la Mort* (*Monats. d. Ges. f. Erdk. zu* Berlin, vol. II, 1842, n°s 10-12, p. 167; — vol. III, p. 100 et 141, avec cartes). — *Naturwiss. Reisen durch* Java, in-8, avec pl. et cartes, Magdebourg, 1845. — J. Beete Jukes, *Narrative of the surveying voyage of the Fly*, etc. Relation du voyage d'exploration du *Fly* dans le détroit de Torres, la nouvelle Guinée et autres îles de l'archipel oriental, de 1842 à 1846, avec une excursion dans l'intérieur de la partie orientale de Java. 2 vol. in-8. Londres, 1847. — P. Maier, *sur une éruption du Gunung Goentur* le 25 nov. 1843 (*Bericht ueber die Verhandl. d. naturf. Gesel. in Basel*, cah. 7, p. 71. 1847).

du grand courant, divisée en blocs énormes, est très poreuse, tandis que les laves du cratère extérieur sont compactes et ressemblent à un granite à grain fin, qui paraît s'être épanché sous l'eau.

Les plus grandes montagnes de Java se trouvent dans sa partie méridionale, et sont considérées par l'auteur comme une réunion de cratères d'éruption dont les dimensions sont très considérables. La plupart ont la forme d'un cône, du sommet duquel partent des ravins ou sillons fort étroits à leur origine et qui s'élargissent en descendant. On peut estimer à cent le nombre des volcans de l'île, éteints ou en activité, sous-marins ou aériens.

Bornéo.

Après avoir signalé l'existence de limon d'atterrissement, de conglomérats quartzeux à ciment argileux et ferrugineux, d'argile avec lignites probablement quaternaires, dans l'île de Bornéo, au centre de laquelle il a pu pénétrer en remontant le cours du Baritto, le même voyageur s'occupe de décrire des roches d'un aspect secondaire. Ce sont des calcaires compactes, gris-noir, en couches inclinées, alternant avec des grès quartzeux jaunâtres, présentant du charbon disséminé çà et là. Aucun fossile ne vient aider à déterminer l'âge des ces dépôts, que traversent par places des trachytes et des mélaphyres, soit en filons, soit en masses. Le centre de l'île paraît être occupé par un noyau de roches cristallines d'où rayonnent plusieurs chaînes de montagnes, et c'est dans les intervalles de ces dernières que se sont déposées les couches précédentes. La presqu'île de Tanu-Lanut, au sud-ouest de Bornéo, est traversée par six chaînes parallèles, dont le point culminant atteint 1030 mètres au-dessus du niveau de la mer. L'amphibole, la syénite, le diorite, l'aphanite et la serpentine sont les roches qui composent ces montagnes, mais aucune donnée ne permet de déterminer leur âge relatif (1).

Ile Luçon.

Dans l'île Luçon, la côte voisine du village de Marivels est formée de basanite et de dolérite accompagnées de bancs d'arragonite fibro-laminaire (2). Aux environs de Manille se montrent une grande variété de produits volcaniques et quelques roches sédimentaires. On

(1) *Sur la partie sud et sud-ouest de Bornéo*, par S. Muller (*Ann. de Berghaus*, 4e sér., vol. I, p. 261, 1842.) — *Observations géologiques dans les montagnes trachytiques*, etc., *de Padang dans l'île de Sumatra*, par W. Korthal. (*Tijdschrift voor natur. Geschied. en Physiol. d. van der Hoeven*, etc., vol. I, p. 190. 1834).

(2) E. Chevalier, *Voyage de la corvette* la Bonite : *Géologie et minéralogie*, p. 218, in-8. Paris, 1844.

y a signalé (p. 227) des serpentines, des euphotides, des pétrosilex alternant vers le port de Pual. A quatre lieues de ce point, les eupho tides paraissent être recouvertes par un calcaire grossier et un travertin en couches horizontales.

L'île de Basilan, la plus étendue des îles Solo, au sud de Mindanao, présente une chaîne de montagnes basaltiques d'environ 500 mètres de hauteur, et formant une arête médiane dirigée d'abord E., O., jusqu'au Pico-Alto, au centre de l'île, puis s'infléchissant à l'O., N.-O. Les deux versants s'abaissent en pentes assez régulières et se prolongent jusqu'à la mer et aux lagunes, où croissent, dans la vase et les débris de polypiers, le Palétuvier et le Manglier, qui forment autour de l'île une ceinture ou palissade presque infranchissable (1).

M. Itier croit (p. 372) que le phénomène volcanique auquel on a attribué la formation du groupe des Philippines n'a pas eu l'importance qu'on lui suppose; son action a été limitée au pied des grandes chaînes qui caractérisent principalement cette réunion d'îles et qui existaient, quoique moins développées, avant la manifestation des agents ignés. Ainsi à Angat, à la base des contre-forts de la cordillière de Luçon, il n'y aucune trace de produits volcaniques, et les roches que charrient les rivières sont des diorites, des amygdaloïdes, des spilites, de l'épidote, des calcaires magnésiens et des porphyres rapportés par l'auteur à la période des diorites dont nous avons parlé sur les deux versants des Pyrénées. Ce rapprochement reposerait à la fois sur les caractères des roches ignées et sur ceux des calcaires qu'elles ont traversés, et qui, d'après quelques indications assez vagues, appartiendraient à la formation crétacée. Mais ce sont là des assertions qui exigent des études plus sérieuses pour être définitivement admises. M. Mallat (2), dans son ouvrage sur les îles Philippines, a donné aussi quelques renseignements généraux sur les volcans anciens de cet archipel (3).

Le pays autour de Manille est formé d'un tuf gris-clair qui constitue l'un des caractères les plus remarquables des volcans des Phi-

---

(1) J. Itier (*Bull. Soc. de géographie*, 3e série, vol. V, p. 311. 1846).

(2) 2 vol. in-8, atlas. Paris, 1846. — *Rapport de M. G. Lafond de Lurcy* (*Bull. Soc. de géographie*, 3e sér., vol. VI, p. 161. 1846.)

(3) Voyez ce qui a été dit *antè*, vol. I, p. 544 sur le volcan de Taal. — J. Sainz de Baranda, *Constitucion geognostica de las islas Filipinas* (*An. de minas*, vol. II, p. 197. 1841).

lippines, et montre un contraste frappant entre eux et ceux des îles de l'Océan pacifique, qui n'ont presque rejeté que des laves et des scories. Contrairement à ce qui vient d'être dit, les naturalistes attachés à l'expédition américaine du capitaine Wilkes (1) font remarquer que peu de parties du globe ont été le siége d'une aussi puissante action volcanique que l'espace occupé par le groupe des Philippines. Aucun volcan n'était en activité au commencement de 1842, mais beaucoup d'entre eux rejetaient de la fumée, particulièrement celui d'Isaroc, dans le district d'Albay. Ce cratère eut une éruption en 1839, mais elle fut beaucoup moins considérable que celle de 1814, qui couvrit de cendres plusieurs villages et tout le pays environnant.

Des considérations générales sur l'état actuel de l'archipel Indien, sur la position relative des divers groupes d'îles qui entourent à l'O., au S. et à l'E. la presqu'île orientale, sur leur origine et leurs rapports avec le continent voisin, ont été exposées dans le *Journal de l'archipel Indien* (2), mais nous n'y trouvons pas de faits assez précis pour appuyer l'une ou l'autre des hypothèses proposées, et nous nous bornerons à y renvoyer le lecteur.

Si, remontant au nord-est en suivant la série des îles volcaniques du Japon (*antè*, vol. I, p. 545) et le groupe linéaire des îles Kourilles, également volcaniques, jusqu'au Kamtchatka, dont nous avons aussi mentionné les volcans brûlants, nous trouverons, au fond de la baie d'Avatcha, dans cette dernière presqu'île, des schistes argileux verdâtres, inclinés, accompagnés de phtanite, de jaspe et de quelques roches éruptives. M. Néboux (3) signale encore, près de la baie des Trois-Frères, des masses de dolérite colonnaire, et, à la pointe septentrionale de la baie d'Isminal, plusieurs variétés de trachyte.

(1) *Narrative of the United-States exploring Expedition*, par Ch. Wilkes, vol. V, p. 301. 5 vol. in-4° avec Atlas. Philadelphie, 1844.

(2) *The Journ. of the indian archipelago and eastern Asia*, n° 1, juillet 1847.

(3) *Compt. rend.*, vol. XI, p. 337. 1840.

CHAPITRE IX.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'AFRIQUE.

§ 1. Afrique orientale.

Après avoir traversé le Tacazzé, toutes les montagnes que parcourut M. A. d'Abbadie (1), dans le Samen et jusqu'à Gondar, étaient composées de roches trappéennes avec des basaltes prismatiques et du pyroxène en masses. Les premières montagnes de l'Abyssinie que ce voyageur avait atteintes lui avaient offert des schistes et des granites, et, au-dessus, des grès traversés par des veines de quartz, et se présentant sous la forme de blocs parallélipipédiques rectangulaires. Abyssinie.

M. Edw. Ruppell (2), qui parle des montagnes du Samen comme des plus élevées du continent africain et atteignant 4872 mètres d'altitude, presque la limite des neiges perpétuelles sous cette latitude, nous représente cette province comme entièrement composée de roches volcaniques (trachytes, basaltes, dolérites et laves). La ville d'Entcheteab est bâtie sur une plaine ondulée à une altitude de plus de 3000 mètres. Gondar est entourée de basalte. L'auteur décrit les îles volcaniques du cratère-lac de Zana, les porcellanites de la province de Janfangara, etc. M. Will Schimper (3), dans ses notes géologiques sur l'Abyssinie, et en particulier sur la chaîne du Samen le long du Tacazzé, s'est également occupé des montagnes trachytiques et de leur altitude. MM. Galinier et Ferret (4) mentionnent,

---

(1) *Bull.*, vol. X, p. 121. 1839.

(2) *Reisen in Abyssinien*, etc., 2 vol. in-8 avec pl. Francfort-sur-le-Mein, 1838-1840. — *The Athenæum*, 22 août 1840. — *Museum senkenbergian.*, vol. I, p. 286. — *Ann. de Berghaus*, 3e sér., vol. I, p. 206; vol. V, p. 421. — Voyez aussi J.-R. Roth, *Observations géologiques pendant un voyage à Choa* (*Manchn. Gel. Anz.*, 1844, p. 12)

(3) *Gazette d'Augusta*, 1843, n° 35, p. 273; n° 272, p. 2125, et n° 273, p. 2133.

(4) *Compt. rend.*, vol. XIX, p. 881. 1844.

dans le Tigré comme dans le Samen et le Chiré, des dépôts tertiaires et des roches trachytiques, puis des volcans éteints et des sources thermales.

Le pays d'Adel, dit M. Rochet d'Héricourt (1), est généralement stérile ; il est sillonné en divers sens par des chaînes de collines, qui, comme les montagnes des environs de Toujourra (2), portent des traces évidentes de l'action volcanique. Les laves y recouvrent d'immenses espaces, et, sur certains points, elles forment des nappes de 1 mètre à $1^m,50$ d'épaisseur d'une roche compacte avec de petits cristaux de feldspath, tandis que, dans d'autres, l'épanchement a eu lieu successivement, produisant des masses raboteuses, vitreuses, boursoufflées, avec de gros cristaux de feldspath blanc, qui leur donnent l'aspect d'une syénite. On remarque aussi des laves grises avec fer titané, et quelques coulées ont jusqu'à 40 et 45 mètres d'épaisseur. Souvent les cônes tronqués sont entourés d'un manteau de lave. Les coulées les plus considérables sont près de la rivière d'Awache, non loin des frontières du Choa ; on a vu (*anté*, vol. I, p. 467) que dans ce même pays les sources thermales étaient fort nombreuses et à une température très élevée.

Les volcans se montrent principalement à Alexitam, Gagade, Nechellé et Segaddara (3). Près de ce dernier village, un plateau volcanique, d'où le regard s'étend sur un horizon de 50 lieues, permet de juger, par la couleur du sol et l'absence presque complète de végétation, que toute cette vaste surface a été le théâtre de phénomènes ignés. « J'ai visité, dit M. Rochet, le Vésuve, Stromboli et » l'Etna, mais la lave de tous ces volcans réunis ne peut servir de » terme de comparaison pour celle que ma vue embrassait du haut » du plateau de Segaddara. » Les roches pyrogènes qui se prolongent jusqu'aux limites du Choa sont concentrées dans la partie orientale de ce royaume dont le reste est occupé par des roches granitiques, des porphyres, des syénites, etc. Sur la frontière du pays d'Adel, à 19 lieues à l'est d'Ankobar, sa capitale, une solfatare considérable témoigne encore de l'activité des feux souterrains dans cette région.

---

(1) *Compt. rend.*, vol. XII, p. 732. 1841.
(2) Village de la côte d'Afrique sur le parallèle d'Aden (*anté*, vol. II, p. 997).
(3) *Compt. rend.*, vol. XII, p. 923. 1841. — *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 541. 1846.

La montagne d'Ankobar paraît être un vaste cône de soulèvement formé au centre par des trachytes et revêtu de basalte sur ses pentes. La vallée de Peten, à 14 lieues au nord-ouest d'Angolola, est une déchirure de 1254 mètres de profondeur, qui coupe le plateau de Choa, et qui, traversant toute l'épaisseur des basaltes et des trachytes, atteint le granite qui les supporte. A leur séparation, cependant, on remarque un grès ferrugineux renfermant de belles turquoises. Cette brisure rappelle d'ailleurs parfaitement les vallées de déchirement du Cantal et du Mont-Dore (1).

D'après l'examen des roches recueillies par MM. Russegger et Werne, dans le Sennar, le Kordofan, et sur les bords du Nil blanc, M. H. Girard (2) mentionne un volcan éteint dans le mont Jebel, non loin de ce fleuve et près du royaume de Bari. On y remarque des basaltes avec olivine et pyroxène, et des tufas avec scories. Un vaste bassin d'eau douce existait aussi dans le voisinage du foyer volcanique. Dans sa *Carte géognostique du Soudan* (3), M. Russegger a tracé le massif volcanique du plateau de Gondar, entourant le lac de Dembea, et, dans sa *Carte géognostique de la Nubie*, il a indiqué un autre massif puissant de roches ignées, par 18° lat. N., entre Haddana et El Mucheireff. Des roches volcaniques s'appuient également au sud de ce massif.

Côtes de la mer Rouge.

Si descendant des terres élevées de l'Abyssinie, nous suivons M. Rochet d'Héricourt le long de la mer Rouge, nous y constaterons de nouveau ce que nous avons déjà dit des produits volcaniques des environs d'Aden. De Gelda à Moka, on remarque un grand nombre d'îlots volcaniques, et l'île de Périm, à l'entrée du détroit, n'est qu'une sorte de colonne basaltique, irrégulière, à parois presque verticales. De Bab-el-Mandeb à Coséir, à environ une lieue de distance le long de la côte, des cônes de roches volcaniques forment deux lignes presque continues et parallèles, de sorte que la mer Rouge constitue, à proprement parler, un vaste sillon dans lequel les éruptions se sont fait jour.

---

(1) Rapport de M. Dufrénoy sur un second voyage de M. Rochet d'Héricourt (*Compt. rend.*, vol. XXII, p. 806, 1846). — G. Girard, *De la nature du sol de l'Afrique centrale sur les deux rives du Bahr-el-Abiad supérieur jusqu'aux monts de la Lune* (*L'Echo*, 6 oct. 1844).

(2) *Neu. Jahrb.*, 1844, p. 341.

(3) *Reise in Europa*, etc. Atlas, 1846. — *Observations géologiques*

Haute et moyenne Égypte.

La chaîne primaire qui court N. 20° O., S. 20° E., entre Kéneh Coséir, est, suivant M. Rochet d'Héricourt, flanquée de basaltes et de trachytes qui atteignent même les sommités. Les nappes basaltiques couvrent celles de trachyte, et il est probable que les montagnes coniques de Legetta ont, quant à leur relief, la même origine que le Cantal et le Mont-Dore. Les roches ignées se voient également le long de la mer où elles forment une série fort étendue de petits cônes. La coupe détaillée du désert de la Libye à Coséir, qu'a donnée M. Newbold et dont nous parlerons tout à l'heure, fait voir en effet que les basaltes s'élèvent assez haut dans la chaîne qui sépare la vallée du Nil de la mer Rouge, mais ils n'y forment point de nappes. Ce sont des dykes traversant les schistes cristallins, adossés à l'axe granitique de la chaîne. M. Newbold ne mentionne point non plus de trachytes.

D'après M. Lefèvre (1), les diorites et les syénites des cataractes de Syène, se seraient produites à deux reprises. La syénite la plus ancienne enveloppe des fragments de gneiss et de grès rapportés à la formation crétacée inférieure, et la plus récente forme des saillies au pied des massifs de la précédente qu'elle a rejetée sur les côtés, constituant avec les diorites du même âge presque tous les rochers qui obstruent en cet endroit le lit du fleuve. Le diorite, intimement lié à la syénite récente, traverse la plus ancienne sous forme de filons nombreux et dirigés N.-E., S.-O.

M. Newbold (2) signale les dykes de dolérite qui se montrent souvent dans l'espace occupé par les roches ignées et métamorphiques de la haute Égypte, où ils ont traversé toute la série, depuis le granite jusqu'au *grès inférieur*. Leur âge semble pouvoir être déterminé par celui des grès supérieurs à bois fossiles qui n'ont pas été dérangés et qui renferment des cailloux de ces mêmes dolérites. On a vu (*antè*, vol. II, p. 999) que ces grès tertiaires étaient plus récents que les calcaires à Nummulites dont nous avons parlé (*antè*, p. 204), et les dykes doléritiques sont sans doute postérieurs aussi aux calcaires crétacés que recouvrent les bancs à Nummu-

---

dans la haute Égypte, la Nubie, le Sennar, le Kordofan et le Darfour (*Neu. Jahrb.*, 1836, 1837, 1838, 1840 et 1848).

(1) *Bull.*, vol. X, p. 144. 1839.

(2) *On the geology of Egypt*, etc. Sur la géologie de l'Égypte (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 782. 1844. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 16, p. 339. 1848).

lites. Au contact de ces dykes les roches stratifiées sont devenues plus siliceuses et d'un aspect jaspoïde. Des cherts et des agates paraissent s'être développés dans les calcaires. Les serpentines qui passent au vert antique appartiennent au groupe des schistes cristallins. Les dykes de porphyre qui percent le granite sont à pâte rouge, enveloppant des cristaux de feldspath blanc. Une variété noire avec pyroxène ressemble beaucoup au mélaphyre des Alpes.

MM. Burton et G. Wilkinson (1) découvrirent en 1823 les carrières où fut exploité le porphyre rouge antique. Elles sont situées dans les montagnes de Djébel-Dokhan, à la hauteur de Monfalou et de Syout, à 120 milles géographiques de cette dernière ville et à 25 milles de la mer Rouge. D'après les documents recueillis en 1837, par M. Lefèvre, sur ce même groupe de montagnes, on voit qu'il est essentiellement composé de granite amphibolique, de pegmatite et de porphyre rouge antique. Cette dernière roche forme un filon de 20 à 25 mètres de puissance, courant N.-E. 20° E., encaissé dans la pegmatite, et est parfaitement identique avec les échantillons analysés par M. Delesse, et qui provenaient de divers monuments anciens. Ce filon passe accidentellement à un porphyre à pâte d'un violet foncé avec des veines brun-marron et ressemblant beaucoup à certaines variétés de porphyre d'Elfdalen (Suède). A peu de distance est un autre filon de 30 à 40 mètres d'épaisseur coupant la montagne de Dokhan dans une direction E. N.-E. et composé d'un porphyre plus foncé passant du noir au violet et au brun.

M. Delesse fait remarquer que dans les montagnes de Dokhan l'ordre d'ancienneté des roches feldspathiques est le suivant : Granite, syénite, pegmatite, porphyre rouge antique, et en outre des porphyres granitoïdes plus récents que les granites et que la pegmatite dans lesquels ils forment de gros filons. Dans les montagnes d'El-Moya, à l'ouest de Sennar, des filons de pegmatites traversent à leur tour les diorites. Si aux observations de M. Newbold, que nous avons rapportées, nous ajoutons celle de M. Lefèvre, qu'entre Coséir et Suez, à 12 lieues de la montagne de Dokhan, le calcaire crétacé gris à silex, redressé au N.-E., plonge au S.-O. et

(1) *Journ. of the r. geogr. Soc. of London*, vol. II. — Letronne, *Recherches sur l'exploitation et le gisement des carrières de porphyre et de granite dans le désert à l'est du Nil.* — Delesse, *Sur le porphyre rouge antique* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 525. 1850).

que des grès semblables à ceux de Syène (*grès inférieurs*), qui lui succèdent, sont adossés au granite, on aura quelque raison de penser que les roches cristallines, même les plus anciennes de l'Égypte orientale, ont pris leur position actuelle après le dépôt de la craie.

Le porphyre rouge antique ne paraît pas avoir été employé par les Égyptiens : ce sont les Romains qui ont commencé à l'exploiter, et seulement à partir du règne de l'empereur Claude ; mais cette exploitation dut être bien active, si l'on en juge par la prodigieuse quantité d'objets répandus aujourd'hui dans tous les musées de l'Europe, dans les églises et les palais (1).

Pour les Scarabés sacrés (*Ateuchus sacer*) et les autres objets de

---

(1) Nous ajouterons ici un résumé des recherches minéralogiques et chimiques de M. Delesse sur cette roche célèbre, recherches faites précisément dans la direction que nous avons indiquée au commencement de cette seconde partie.

L'auteur a analysé séparément les cristaux de feldspath et la pâte rouge qui les enveloppe. La densité des cristaux de 2,690 est plus grande que celle de l'albite et de l'oligoclase. L'analyse a donné pour moyenne de leur composition : silice, 58,92 ; alumine, 22,49 ; sesquioxyde de fer, 0,75 ; protoxyde de manganèse, 0,60 ; chaux, 5,53 ; magnésie, 1,87 ; soude, 6,93 ; potasse, 0,93 ; perte au feu, 1,64. Total 99,67. La proportion de magnésie est ici plus grande que celle qui s'observe ordinairement dans les feldspaths, et sa composition semble être intermédiaire entre celle de l'oligoclase et celle de l'andésite.

La pâte feldspathique qui enveloppe les cristaux varie du rouge-clair au rouge-violacé ou lie de vin, et au brun-rougeâtre, etc. On y reconnaît à la loupe que la matière des cristaux précédents n'en est pas seulement séparée sous forme régulière, mais qu'elle y constitue encore des veinules qui serpentent en tous sens et que l'on peut suivre au moyen d'un grossissement beaucoup plus considérable, jusqu'à ce qu'elles se fondent dans cette pâte elle-même à laquelle elles donnent un aspect marbré. La densité de la pâte, 2,765, est supérieure à celle du feldspath cristallisé, ce qui est une propriété générale des porphyres. Le pouvoir magnétique de la roche est très faible, malgré la grande quantité de fer qu'elle contient, et son analyse, autant qu'il a été possible d'en séparer le feldspath cristallisé, a donné, en moyenne : silice, 62,17 ; alumine, 14,71 ; oxyde de fer un peu manganésifère, 7,79 ; chaux, 3,30 ; magnésie, 5,00 ; soude, 4,10 ; potasse, 2,04 ; perte au feu, 0,58. Total, 99,69.

Cette analyse, comparée à celle du feldspath des cristaux, montre une perte au feu beaucoup plus faible, tandis qu'il n'en est pas de même pour les mélaphyres, les diorites et les amygdaloïdes. En ré-

petites dimensions, on se servait de la serpentine, du trapp basaltique et du vert antique. Les grandes statues de basalte sont rares aujourd'hui, mais quelques unes des plus remarquables existent encore dans les ruines de Karnac. Les antiquaires ont d'ailleurs pris très souvent pour du basalte un granite foncé à mica noir et des diorites également foncés.

Les roches granitiques n'occupent qu'une faible portion de la surface de l'Égypte; elles apparaissent aux cataractes de Syène, puis dans le désert oriental où elles constituent l'axe anticlinal qui, à la latitude de Coséir, sépare le bassin du Nil de celui de la mer Rouge. Elles remontent au N. jusqu'au 29° 10′, associées avec des porphyres, et c'est de cette dernière partie que proviennent tous les matériaux des monuments de la basse Égypte. Au Gebel-Gharieb, par 28° 20′ latitude, le granite atteint une altitude de 1600 mètres, suivant M. Newbold, mais MM. A. Figari et A.-H. Husson (1) assignent à cette montagne 1950 mètres ou 6000 pieds au-dessus de la mer Rouge. Ils décrivent le granite de ce massif comme étant principalement formé de grands cristaux de feldspath rouge. Cette roche commence au nord-nord-ouest de Ouadi-Arabah et se conti-

---

sumé la pâte offre à peu près la même teneur en silice que le feldspath; sa teneur en alcalis est un peu moindre ainsi que sa teneur en alumine et même en chaux, tandis que sa teneur en oxyde de fer et en manganèse est plus grande. « Ces relations entre la composi- » tion chimique du feldspath du sixième système, qui forme la base » d'un porphyre, et la pâte dans laquelle ce feldspath a cristallisé, » sont, du reste, générales et elles sont indépendantes de la couleur, » et même de l'âge des porphyres. »

Le porphyre rouge antique renferme, en outre, de l'hornblende noire, lamelleuse, ordinairement en petits cristaux allongés, aplatis et peu nets, ne se fondant point dans la pâte, et, comme il en est de même dans des porphyres à pâte verte, M. Delesse en conclut, contrairement à ce que l'on avait admis, que la coloration d'un porphyre, qu'elle soit verte ou rouge, lui est propre, et que l'hornblende ne joue aucun rôle dans cette coloration. Il y a encore dans la roche qui nous occupe des grains microscopiques d'oxyde de fer regardé comme du fer oligiste, mais parmi lesquels il en existe de fer oxydulé, au moins dans certains échantillons; puis du quartz blanc, opaque, en veines irrégulières et dentelées qui se fondent dans la pâte. Les variétés de porphyre qui sont rouge-clair sont plus riches en silice que celles qui affectent une teinte violacée.

(1) *Bull. de la Soc. de géographie*, 3e sér., vol. VI, p. 111. 1846. —Voyez aussi Russegger, *Reisen in Europa, Asien und Africa*, etc. Atlas, *Carte géognostique de l'Égypte*, 1842.

nue le long de la chaîne calcaire de Ghalaleh, pour se diriger ensuite au sud-ouest et se réunir aux montagnes de Gebel-Dara et Gebel-el-Dyb. Les îles de Philæ et d'Éléphantine, près de la première cataracte, sont presque entièrement granitiques, et les roches associées au diorite, les porphyres et les schistes métamorphiques se prolongent dans la Nubie où ils sont traversés par de nombreux dykes.

De même que les roches trappéennes, les granites sont plus récents que le grès inférieur et les calcaires crétacés qui reposent sur ses pentes en couches inclinées, mais ils sont plus anciens que le grès tertiaire supérieur demeuré horizontal. Ces roches cristallines auraient été soulevées à l'état solide au milieu des grès et des calcaires, d'abord en bancs continus, et, plus tard, partiellement dénudés.

Le granite de l'Égypte passe à la pegmatite et à toutes les variétés appelées syénitiques, porphyroïdes, à grain fin, grises, rouges, etc. Celle des célèbres carrières de Syène est à gros grain, composée de cristaux de feldspath rose-pâle, de grains de quartz hyalin, de mica noir et de cristaux disséminés d'amphibole. La tourmaline noire et verte, l'actinote et le chrysobéryl, s'y montrent çà et là. L'or natif et les minerais de fer se trouvent à la jonction des schistes cristallins dans les montagnes de Bosharieh, dans le désert, à dix journées de marche à l'est d'Edfou. Les statues les plus colossales, des sarcophages, des colonnes, des obélisques, des sphinx sans nombre, ont été tirés des carrières de Syène, dont la roche fut aussi employée, dit-on, pour les revêtements intérieurs et extérieurs des pyramides (1).

Basse Égypte.

M. C. Gaillardot (2) a fait remarquer que les roches volcaniques dont on reconnaît les effets par les contournements, les redressements et les modifications qu'ont éprouvés les calcaires et les grès sur plusieurs points de la vallée du Nil, appartiennent à un vaste système d'éruptions volcaniques qui se sont fait jour suivant une ligne N.-S., entre 25° et 35° lat. N. Il décrit ensuite, comme type de ces produits ignés, un plateau volcanique situé à quatre heures de marche environ au nord du Caire, et qui ne s'élève que de 3 ou 4 mètres au-dessus de la plaine, sans présenter aucune trace de cratère ni de cône à sa surface qui est plane, et partout au même niveau. Sa forme est circulaire et son diamètre d'à peu près

---

(1) Voyez aussi Delesse, *Sur la syénite rose d'Égypte.* (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 484. 1850).

(2) *Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. V, p. 709. 1848.

une lieue. Les assises qui le composent sont horizontales et constamment les mêmes dans les ravins qui le sillonnent. Au nord-est, un petit lac appelé lac des Bédouins, est une dépression circulaire dont le fond est presqu'au niveau de la plaine. Celle-ci est formée de sable passant à un grès ferrugineux, brun-foncé, assez compacte dans le voisinage des produits ignés qui le recouvrent. Ces derniers constituent deux assises surmontées de sable d'origine basaltique. La première est une roche meuble, souvent cinériforme, ou une wacke verdâtre avec quelques cristaux d'olivine, et qui, par places, ressemble à un trachyte décomposé avec des grains blancs, peut-être de leucite. Les fentes de cette assise ont été remplies par des cristaux de sulfate de chaux en plaques très minces. La seconde est une véritable wacke fragmentaire, fragile, d'un vert brun-foncé, enveloppant des morceaux de basalte plus ou moins considérables et des cristaux de péridot.

Le même voyageur signale, au nord du Caire, une série de collines allongées de l'O. à l'E., qui présentent une forme conique très régulière, et dont le sommet est occupé par une cavité profonde ressemblant tout à fait à un cratère. Au fond de ces cavités, et sur les flancs des cônes, on voit beaucoup de fragments anguleux de la roche qui forme ces collines, et qui est un grès siliceux vitrifié, passant par places à une véritable obsidienne. Ce grès est d'un rouge plus ou moins foncé, mais aucune trace de roche volcanique ne s'observe aux environs. C'est le *Djebel-Ackmar*, ou montagne Rouge des Arabes. M. Gaillardot suppose que cette vitrification des grès a été opérée par l'influence des roches ignées, avant le soulèvement du sol à son niveau actuel, tandis que M. Rochet d'Héricourt (1) croit, au contraire, y avoir reconnu un phénomène d'éruption et des produits volcaniques.

§ 2. Afrique septentrionale.

L'île de la Galite, située au nord-ouest de Biserte, renferme des granites gris dans sa partie nord-est et des couches secondaires verticales dirigées N.-O., S.-E.; mais, sur d'autres points, il y a des diorites ou mélaphyres, et la direction E. 15° N. des Alpes-Orientales semble dominer dans l'île et les îlots voisins (2). Algérie.

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 541. 1846.
(2) E. Renou, *Géologie de l'Algérie*, p. 61, in-4, avec cartes et coupes. Paris, 1848. — *Ann. des mines*, 4ᵉ sér., vol. IV, p. 538.

Plus à l'ouest, les collines de Kâra-Moust'afa, à huit lieues à l'est-sud-est d'Alger, seraient, d'après Boblaye, d'origine trachytique. Au cap Zizerim, à un kilomètre au nord-est de Cherchell, les couches crétacées ont été modifiées par le voisinage d'une dolérite peu reconnaissable elle-même, à cause de sa complète altération, et qui a dérangé aussi les couches lacustres, probablement quaternaires. Les marnes grises sont devenues bleuâtres et violacées, très solides, quelquefois renfermant des paillettes de fer oligiste. Au sud du cap, le long des premières pentes des collines, les carrières dites *du Génie* offrent une roche porphyrique vert-bleuâtre, à grain fin, pénétrée de filons de carbonate de chaux. Les marnes grises et le grès vert au contact sont profondément modifiés. Vers le N.-O., on continue à voir les porphyres décomposés renfermant des veines d'agate avec des cristaux d'améthyste. Ils forment une zone de 300 à 400 mètres de largeur, et se rattachent probablement à ceux qu'a cités Boblaye, le long de la route d'Alger à Milianah, à ceux de l'Ouad-Ouâdjer, entre les rivières Bou-Roumi et Bou-Rk'îk'a, enfin à ceux des environs de Fondouk et de Kâra-Moust'afa. Les altérations des assises crétacées par les dolérites avaient fait croire à la présence des marnes irisées et du grès bigarré sur plusieurs de ces points.

Les couches secondaires des environs d'Oran ont été découpées par des failles énormes, et des roches éruptives se sont fait jour çà et là. Dans la ville même, au fond du ravin et non loin de la mer, M. Renou signale des veines de fer oligiste d'un rouge vitreux, qui se divise en lamelles comme du mica. En suivant vers l'ouest-nord-ouest les couches encaissantes, on retrouve des indications de fer carbonaté, et à 1300 mètres à l'ouest du fort de la Moune, sur le bord de la mer, affleure une dolérite verte, composée de pyroxène, de feldspath et d'épidote. Les roches sédimentaires en contact sont extrêmement tourmentées et transformées en schistes violets et verts, en marbres de diverses teintes et en dolomies ferrugineuses. Aux caps Falcon et Lindeles, des schistes talqueux gris, traversés par du fer oligiste micacé et de la baryte sulfatée, sont probablement encore des modifications des couches d'Oran. Un trachyte brun existe aussi près du dernier de ces caps.

Dans le massif montagneux qui est à l'est de la route de Saïda, Desfontaines avait indiqué une mine de plomb sur les bords de l'Ouad-T'ar'ia, dont les eaux roulent des galets de porphyre quartzifères bleus, semblables à ceux de l'Esterel, des porphyres gris, verts, des protogines roses, des pétrosilex, des quartz et du fer

oxydé compacte. Les porphyres semblent provenir du massif qui sépare la T'ar'ia de la Beni-Meniârin, mais leur âge est incertain, quoiqu'ils paraissent se rattacher aux filons de plomb sulfuré et de cuivre.

(P. 119.) Sur la route d'Oran à Tlemcen, M. Renou cite encore, au sud de la petite montagne de Sidi-K'âcem, des basaltes et quelques roches scoriacées et spongieuses, qui se prolongent jusqu'à l'Ouad-R'azer, où se montrent les marnes et les calcaires crétacés avec une couche de gypse subordonnée. Enfin, un district assez étendu vers le cours inférieur de la Tafna, se continuant à l'E. par Ain-Tmouchut et même au delà, est occupé par des basaltes et des conglomérats basaltiques régulièrement stratifiés. On y trouve beaucoup d'amphibole noire en grands cristaux, un peu de pyroxène et de péridot, mais leurs relations avec les dépôts tertiaires du pays n'ont point été déterminées.

Les détails qu'a donnés M. Coquand (1) sur les spilites des montagnes du Cuitan, qui percent des grès dévoniens, et sur la serpentine de Ceuta, enclavée dans des micaschistes, permettent de les regarder comme appartenant à une époque plus ancienne que les roches ignées dont nous nous occupons ici. **Maroc.**

§ 3. Iles et côtes occidentales de l'Afrique.

Nous avons déjà eu occasion de parler du groupe des Açores, presque exclusivement composé de roches ignées peu anciennes et de produits volcaniques modernes (*antè*, vol. I, p. 548, et vol. II, p. 1011); nous ajouterons seulement ici que les montagnes centrales de l'île de Terceire sont peu élevées et composées de trachyte semblable à celui de l'île de l'Ascension (2). Ces trachytes sont recouverts par des courants de laves basaltiques, qui occupent presque toute la surface le long des côtes. La ville d'Angra est dominée par le mont Brazil, composé de couches minces de tuf brun, dur, à grain fin, s'étendant sur les courants basaltiques qui forment le sol même de la ville. M. Darwin compare la constitution géologique de cette **Iles Açores.**

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1209. 1847. — *Compt. rend.*, vol. XXIV, p. 857. 1847.

(2) Ch. Darwin, *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, p. 34, in-8. Londres, 1844. — *Narrative of the Surveying voyage, Journ. and r* [illegible] 595, in-8. Londres, 1839.

montagne à celle des nombreuses sommités cratériformes des îles Gallapagos (*antè*, vol. I, p. 564). M. de Fellenberg (1) a décrit une nouvelle substance minérale, trouvée par M. R. Gygax à Horta, dans l'île de Terceire, et MM. G. Gmelin et G. Pfeilsticker (2) ont donné l'analyse du *fayalite*, nouveau minéral de l'île de Fayal.

Iles Madère. Le point le plus élevé de l'île Madère, la principale du groupe de ce nom, le Pico-Ruivo a, d'après M. Bowditch, 1874 mètres d'altitude, et d'après M. Wilkes, 1896. Des ravins profonds sillonnent le sol de l'île, et des escarpements abruptes s'y voient sur beaucoup de points. Il y a aussi quelques plateaux, comme le Paul de Serra, qui a 9 à 10 kilomètres de long sur 3 de large, et dont la hauteur absolue se maintient à 1520 mètres (3).

Les produits volcaniques de Madère comprennent, dit M. J. Smith (4), des laves, des cendres, des sables, des bombes, des lapilli, des ponces, des scories, des tufs et des conglomérats, dont l'épaisseur totale n'a pas moins de 1000 mètres. Les roches ignées sont de vrais basaltes avec péridot, formant des coulées ou des dykes, et affectant souvent une disposition colonnaire. Il y a des variétés scoriacées, poreuses, etc. Les lapilli, les ponces et les scories présentent leurs caractères ordinaires; on les observe particulièrement entre Pontinha et Ribeiro-Seco. Les tufs et les conglomérats, qui constituent une portion très considérable des produits ignés de l'île, sont traversés par des dykes et des veines de basalte, principalement au cap *Brazen-Head*, ainsi nommé à cause de sa teinte rouge.

On ne voit point de grands cratères complets, mais il y a des restes de cratères démantelés, accompagnés de petits cônes latéraux,

---

(1) *Verhand. d. Schweitz. Naturf. Ges. Vers. zu Bern*, 1839, p. 238.

(2) In-8. Tubingen, 1839. —Voyez aussi, *Beitrage zur Kenntniss der Gesteine, welche die* Azoren *zusammensetzen, von Leonhard* (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 1).

(3) J. Macauley, *Notes on the physical geography*, etc. Notes sur la géographie physique, la géologie et le climat de Madère (*Edinb. new phil. Journ.*, vol. XXIX, p. 336. 1840. — Sir James C. Ross assigne au Pico-Ruivo 6102,90 pieds anglais, ou 1855^{m},30.

(4) *Proceed. geol. Soc. of London*, n° 73, vol. III, p. 351. 1840. — *Bull.*, vol. XII, p. 415. 1841. — Voyez aussi, Bowditch, *Excursion in Madeira*, p. 139, 140, et *passim*. —*Résumé des observations géologiques faites pendant un voyage aux îles de Madère, Porto-Santo et aux Açores*, de 1835 à 1836, par le comte de Vargas de Bedmar, in-8. Lisbonne, 1837. (En portugais.)

et dont le plus étendu est le Curral dos Freiras, grand ravin de trois milles de longueur, sur un mille de large, et de 600 mètres de profondeur. Quoique les assises de basaltes, de tufs et de cendres qui en forment les parois, plongent en sens inverse des deux côtés de cette cavité, comme dans le Val del Bove (*antè*, vol. I, p. 525), à la Caldera, etc., M. J. Smith n'attribue pas cette disposition à l'effet d'un cratère de soulèvement.

Au cap Giram, une série remarquable de produits volcaniques formant un escarpement de 480 mètres de hauteur est régulièrement stratifiée de la base au sommet et traversée par de nombreuses fissures, qui se terminent en pointe à la partie supérieure et qui ont été remplies de matières fondues projetées de bas en haut. Le long de la mer, près de Funchal, des dépôts sédimentaires ont été recouverts par le basalte et par d'autres roches ignées, et l'on y trouve de nombreux débris de végétaux et surtout des racines. Enfin, on a vu (*antè*, vol. II, p. 1011) quelles étaient les relations des calcaires de Saint-Vincent, des lignites de Saint-Georges et des sables de Canical avec les roches volcaniques du pays.

Nous avons déjà parlé des travaux récents dont le groupe des îles Canaries a été l'objet sous le rapport orographique et pétrographique (*antè*, vol. I, p. 550), et nous n'aurions pas à y revenir si depuis lors des recherches chimiques, entreprises dans la direction même que nous avons indiquée ci-dessus, n'avaient été publiées par M. Ch. Deville pour compléter celles que nous avons mentionnées sommairement. Iles Canaries.

« Un fait qui domine dans ces recherches, dit l'auteur en parlant » de l'*Examen chimique des roches de Ténériffe et de Fogo* (1), » c'est que toutes les roches volcaniques cristallines, si l'on en excepte quelques masses assez rares, composées exclusivement de » cristaux de pyroxène, contiennent, comme élément constant, au » moins l'un des minéraux qui forment la nombreuse famille des » feldspaths. » En outre, il est incontestable que, sans sortir de l'île de Ténériffe, des éruptions qui ont eu lieu à moins d'un siècle d'intervalle les unes des autres, telles que celle du Pic en 1798 et celle de Guimar en 1704, ont donné des produits tout à fait différents

(1) *Études géologiques sur les îles de Ténériffe et de Fogo, suivies d'une statistique abrégée des îles du Cap-Vert*, p. 123, in-4, avec 9 pl. de cartes, coupes et vues. Paris, 1848. — *Analyse des feldspaths de Ténériffe* (*Compt. rend.*, vol. XIX, p. 46, 1er juillet 1844).

sous le point de vue chimique et minéralogique. Cette anomalie apparente aux conclusions que M. Delesse avait déduites de ses travaux sur les roches cristallines anciennes des Vosges (1) semble devoir disparaître, si cette remarque de M. Deville se justifie, que des différences de composition dans les masses éruptives sont en général liées avec des différences de direction dans les fentes qui leur ont donné passage.

Suivant une marche très rationnelle, le même géologue a commencé par étudier isolément les feldspaths des diverses roches de Ténériffe, et il a trouvé que celui du trachyte du ravin de la Fuente-Agria, qui appartient aux plus anciens produits ignés de l'île, celui des roches rejetées par le cratère du Pic, espèce de trachyte soumis à un *recuit*, et enfin le feldspath de la lave vitreuse du Pic, d'un vert foncé et qui couvre une grande partie de ses flancs du côté de Chahorra, rentraient sensiblement tous trois dans la formule de l'oligoclase. Ainsi, les roches qui constituent le massif trachytique du Pic, depuis les assises les plus anciennes jusqu'aux produits les plus récents, contiennent toutes le même feldspath. Néanmoins les caractères minéralogiques du feldspath des laves rejetées par le cratère laissent encore quelque incertitude.

Il était intéressant, d'après cela, de savoir quelle était la composition des roches elles-mêmes par rapport au plus important de leurs éléments constituants, et si l'oligoclase était aussi la substance principale de la pâte de ces roches et la partie minéralogiquement indéterminable par son état ou son mélange avec d'autres substances. Or, les analyses de l'auteur ont prouvé : 1° que le trachyte de Chahorra, d'un rose violacé, qui forme les escarpements intérieurs du cratère de ce nom, après en avoir enlevé une quantité assez notable de fer oxydulé, pouvait être regardé comme composé de 80 parties en poids d'oligoclase, et de 20 parties d'un proto-silicate de fer et de chaux ; 2° que la lave de Chahorra, prise à sa sortie du grand cratère et qui est d'un vert d'herbe, tachée de jaune et non cristalline, est sensiblement composée de 92 parties d'oligoclase et de 8 parties d'un silicate de fer indéterminé ; 3° que la lave compacte du Portillo peut être aussi regardée comme composée de 74,77 d'oligoclase, et de 25,33 de silicate de fer et de chaux ; 4° que les obsidiennes du Pic, de Piedras-Balancas et la ponce de Ténériffe « peuvent être considérées comme composées en très grande partie d'oligoclase, plus un

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 786. 1847.

» excès de chaux et de protoxyde de fer qui ne saturent pas la silice
» de manière à former avec elle un composé bien défini. »

M. Deville fait remarquer qu'il pouvait y avoir des cristaux de pyroxène ou peut-être d'amphibole dans les roches dont la fusion a produit ces obsidiennes, mais qu'il n'en reste aucune trace dans leur pâte homogène et vitreuse. Ainsi, la substance qui a le plus facilement cristallisé, dans ces diverses roches d'époques différentes et appartenant à un même massif volcanique, est aussi celle qui constitue essentiellement leur pâte ou les parties amorphes non cristallines, et qui s'est mélangée à un petit nombre d'autres substances dont le rôle est très secondaire.

Néanmoins les roches basaltiques, caractérisées par le feldspath labrador, comme on l'a dit (*antè*, vol. I, p. 552), occupent dans l'île une bien plus grande surface que les trachytes auxquels elles ont succédé, et elles font voir que les causes internes ont été modifiées lors de leur éruption. Si l'on considère en outre que dans une troisième période, celle des volcans à cratères et à coulées, les deux types de roches se sont épanchés concurremment, on sera forcé d'admettre une récurrence, ou un retour dans le même temps, de phénomènes qui s'étaient d'abord manifestés indépendamment les uns des autres.

La différence des produits ignés dans un massif volcanique donne lieu à ce que M. Deville a nommé *volcans composés*, par opposition aux *volcans simples*, dont toutes les roches, depuis les plus anciennes jusqu'aux plus récentes, comme à l'Etna, renferment les mêmes éléments minéralogiques. Pour les Canaries, ces différences de composition des roches semblent coïncider avec certains phénomènes dynamiques que l'auteur a rattachés à des soulèvements plus généraux. Ainsi la ligne de dislocation des trachytes se rapporterait au soulèvement des Alpes occidentales, dont la direction, sous le méridien de ces îles, serait N. 24° E. Les basaltes qui se sont épanchés ensuite, pendant la période subapennine, auraient-ils également cessé lors du soulèvement des Alpes orientales, dont la direction est représentée dans le même archipel par plusieurs accidents? C'est ce sur quoi l'auteur ne s'est pas prononcé d'une manière aussi explicite; mais une dernière série d'accidents plus récents, alignés O. 18° N., semble coïncider avec l'apparition du dernier piton et avec l'émersion de la *tosca*.

(P. 67.) « Dans cette manière de considérer l'histoire des volcans,
» chaque direction de fracture aurait donné naissance à une nature

très scoriacées, rougeâtres, de nature basaltique, et des courants de lave descendus de *Red-Hill*, l'une d'elles, ont coulé jusqu'à la mer où ils se sont jetés depuis que les côtes ont été soulevées et portées à leur niveau actuel.

Cette circonstance tend à prouver l'origine ignée d'un dépôt calcaire, situé près du sommet de *Red-Hill*, cône volcanique de 200 mètres d'altitude. C'est un carbonate de chaux, blanc, terreux, friable, renfermant toujours, en proportions variables, de très petits fragments de scories. La masse, imparfaitement stratifiée, constitue en général une brèche irrégulière. Le courant de lave qui, du signal de *Post-Hill*, a coulé dans une gorge profonde, située à un mille à l'est de Praya, renferme aussi une masse de scories rouges, mélangées d'une certaine quantité de calcaire, et qui a certainement coulé en même temps. Aussi M. Darwin, considérant l'abondance du calcaire au sommet de *Red-Hill*, l'association intime de cette substance avec les éléments scoriacés de la lave, et les nids de carbonate de chaux qu'elle enveloppe, ici comme sur d'autres points, enfin la présence du calcaire dans des courants, ne doute pas, que le carbonate de chaux ne soit sorti de la terre, mélangé avec la lave fluide.

Les collines de l'intérieur de l'île paraissent appartenir aux roches volcaniques les plus anciennes de la côte. Leur sommet, plat ou très peu incliné, s'élève d'environ 200 mètres au-dessus de la mer, et les pentes les plus rapides sont vers l'intérieur. Ces collines sont séparées par de profondes vallées où ont coulé les laves qui forment aujourd'hui les nappes de la plaine et de la côte. Leur sommet est formé de basalte généralement compacte, passant à une roche pyroxénique avec beaucoup d'olivine. Des lits de matière calcaire terreuse ou cristalline y sont associés ainsi que des masses de wacke. A la base, sont des roches feldspathiques ferrugineuses, compactes ou à grain fin, en partie décomposées et ressemblant à des trachytes. Trois petites buttes de phonolite avec amphibole et cristaux de feldspath vitreux sont également signalées. Les nappes basaltiques ou autres, qui constituent les collines précédentes, inclinent légèrement vers le littoral, et ont dû faire partie d'un plateau continu qui s'étendait sur une portion considérable de l'île, et dont les roches se sont épanchées sous les eaux. Vers le centre de Santiago, il y a de hautes montagnes d'où sont descendus les grands courants de lave basaltique qui ont passé entre les collines dont nous venons de parler, pour s'étendre en nappes le long de la plage, et recouvrir

les assises de calcaire marin, disposition que nous allons retrouver sur les côtes de Sainte-Hélène et de l'île de France.

Nous avons déjà donné le résultat des principales observations que l'on doit à M. Ch. Deville sur l'île de Fogo (*antè*, vol. I, p. 553), et la relation de son séjour dans cette île (1) est venue compléter les aperçus qu'il avait publiés dans divers recueils. « Ainsi, dit-il (p. 112) » en terminant la description de ce volcan, nous retrouvons les » circonstances principales qui caractérisent un *volcan central*, » considéré isolément, et pour ainsi dire, comme un individu, » c'est-à-dire un pic entouré d'un cirque de soulèvement et donnant » issue aux matières incandescentes par des bouches secondaires » échelonnées sur des lignes qui viennent se couper sensiblement » à son centre. Ile Fogo.

» Le volcan de Fogo diffère de celui de Ténériffe en ce qu'on n'y » rencontre pas, comme dans ce dernier, deux roches distinctes. » Le massif entier est uniquement formé de basalte dont la compo- » sition varie peu (2). Ce caractère de simplicité le rapproche au » contraire de l'Etna. L'île de Fogo n'occupe pas non plus dans » l'Archipel, dont elle fait partie, une position aussi centrale que » Ténériffe au milieu des Canaries. Cependant, sur ce point aussi, » deux séries distinctes de phénomènes se sont succédé, séparées » entre elles par un mouvement brusque, dont les effets indiquent » suffisamment la puissance.

» En résumé, l'histoire géologique de Fogo me paraît pouvoir » se traduire ainsi : 1° dépôt des grandes assises de basalte, dont » l'étendue et l'uniformité attestent des épanchements sur de » faibles pentes, par de larges fissures qui ont laissé pour témoins » d'innombrables filons ; 2° soulèvement brusque et circulaire des » grandes assises basaltiques, et apparition du pic central (entre ces » deux phénomènes se seraient formées les nappes de basalte très » péridotique et de conglomérat qui constituent la masse du pic);

(1) *Études géologiques sur les îles de Ténériffe et de Fog*[illegible] in-4, avec cartes, vues et coupes. Paris, 1848.

(2) P. 138. Les assises anciennes comme les produits de[illegible] modernes appartiennent exclusivement au basalte le mieu[illegible] térisé et dont le feldspath est le labradorite. Suivent les [illegible] d'un basalte ancien, d'une lave basaltique très caverneuse et [illegible] cée, de la base septentrionale du pic et d'une lave également [illegible] tique du versant sud-sud-est de l'île, provenant, selon toute [illegible] babilité, de l'éruption de 1769.

» 3° ère des phénomènes volcaniques actuels, caractérisée par la » production de cônes secondaires liés au cône principal, donnant » issue à des laves qui s'écoulent avec une certaine rapidité sur des » pentes déjà formées, et ne reproduisent que par exception et sur » une échelle beaucoup moins vaste des accumulations comparables » aux assises anciennes. »

Enfin, M. Ch. Deville a fait suivre ces recherches d'une statistique abrégée des îles du cap Vert, accompagnée d'une notice bibliographique de tous les ouvrages où il est fait mention de cet archipel. Ce travail, dans lequel l'auteur a analysé et rappelé avec soin les travaux de ses prédécesseurs, est d'une utilité réelle, et sera toujours consulté avec fruit.

Ile de Gorée et côtes voisines. L'île de Gorée est formée de mimosite à grain fin, à structure colonnaire qui se décompose en boules à son contact avec un tripoli tendre, léger et jaunâtre (*terre de Gorée*). Ces deux roches sont disposées en une sorte de bassin rempli de terre verte ou argileuse, au-dessus de laquelle est un riche minerai de fer sableux, passant quelquefois à l'oolithe. A l'extrémité orientale de l'île, on remarque un trass peu épais. La *terre de Gorée* occupe la même position depuis le cap Vert jusqu'au cap Manuel. Quant à la presqu'île du cap, elle a paru à M. E. Robert entièrement volcanique (1). Plus au sud, M. Belcher (2) signale des basaltes sur les bords du Rio-Nunez, à la première cataracte au-dessus de Debucko. Lorsque l'on continue à remonter ce cours d'eau, la même roche se présente en affectant une structure colonnaire sur les deux rives, à un mille au delà de Cassassez. Dans la Guinée portugaise, la base des alluvions modernes, le long de la côte et des îles voisines, est composée de scories ferrugineuses, recouvrant des basaltes (mimosite) comme à Gorée, et constituant le cap Vert, d'après M. Bertrand Bocandé (3), d'accord en cela avec M. E. Robert.

Ile de l'Ascension. Nous ajouterons seulement à ce que nous avons dit sur l'île volcanique de l'Ascension (*antè*, vol. I, p. 394 et 555), que le cratère d'un ancien volcan, situé à l'ouest de la montagne Verte, paraît avoir été successivement rempli par des couches de cendres et de scories de diverses couleurs, et faiblement consolidées ensuite. Au pied occidental de la même montagne sont des strates schisteux, alternant

(1) *Bull.*, vol. VII, p. 184. 1836.
(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 188. 1835.
(3) *Bull. de la Soc. de géographie*, 3° sér., vol. XI, p. 303. 1848.

avec des obsidiennes, des perlites, et passant même à ces verres volcaniques. De petits nodules blancs (*sphérulites*) sont disséminés dans la pâte vitreuse noire. Ces obsidiennes sont d'ailleurs semblables à celles que l'on connaît dans les centres volcanisés de l'Europe ou d'autres pays. M. Ch. Darwin (1) a donné beaucoup de détails sur la schistosité de ces roches de la série trachytique, dont les feuillets sont minces, droits et parallèles, composés les uns de cristaux distincts, de quartz et de diopside mêlé de pyroxène amorphe et de feldspath grenu; les autres, de pyroxène noir avec des grains d'oxyde de fer; quelques uns, enfin, de feldspath cristallin, plus ou moins pur, avec de nombreux cristaux de la même substance, placés dans le sens de la longueur des feuillets.

L'île de Sainte-Hélène s'élève du milieu de l'Océan, comme un immense château-fort circonscrit par un rempart de laves noires. Près de la ville, et pour ajouter à sa défense naturelle, de petits forts armés de canons sont partout disposés au milieu des rochers écumants. Le bord de la mer est dépourvu de végétation, mais les parties centrales offrent une terre végétale argileuse, assez féconde (2). Ile de Sainte-Hélène.

Toute l'île, dont la circonférence est de 28 milles, est d'origine volcanique. Vers le milieu sont des roches feldspathiques, très altérées en général, et qui présentent des lits argileux tendres, blancs, jaunes, bruns, rouges ou pourpres, alternant entre eux. A son pourtour règne un escarpement de basalte noir stratifié, plongeant vers la mer, et formant des falaises souvent presque verticales qui atteignent de 100 à 600 mètres d'élévation. Cette ceinture en forme de fer à cheval est ouverte au midi, et les laves feldspathiques récentes, descendues pour la plupart des montagnes du centre, sont venues s'appuyer contre son bord intérieur. Quelquefois elles ont coulé par-dessus ou bien se sont introduites dans les ouvertures de ce rempart naturel, pour venir au bord de la mer s'accumuler en masses abruptes.

Les roches basaltiques sont noires, divisées en lits minces, celluleuses, parfois compactes, et renfermant du feldspath vitreux, du

---

(1) *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, p. 34, in-8. Londres, 1844.

(2) Ch. Darwin, *Journ. and Remarks*, etc., p. 579, in-8. Londres, 1839. — *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, in-8. Londres, 1844. — Seale, *Géognosie de Sainte-Hélène*, etc.

fer titané, du pyroxène et du péridot. Les nappes sont séparées par des lits de matières cinériformes rouges. Un massif assez considérable d'une roche qui se rapproche beaucoup des trachytes a surgi après les nappes basaltiques. Néanmoins, comme le fait observer M. Darwin, le grand nombre de dykes avec des cristaux de pyroxène qui sont venus ensuite, indique une tendance vers l'ordre habituel de succession de ces roches.

La base de l'île paraît être composée de laves plus anciennes que les précédentes, pyroxéniques, brunes, tantôt schistoïdes, tantôt rugueuses. Les fentes sont remplies de gypse et de sel qui, joints à la présence de cailloux roulés dans les tufs et à l'abondance des amygdaloïdes, doivent faire regarder ces laves comme ayant coulé sous la mer. Une coupe, faite de la montagne de Flag-Staff à celle de Barn, montre les dislocations que les roches volcaniques ont éprouvées et surtout la prodigieuse quantité de dykes dont elles sont traversées. Quelques uns de ces derniers peuvent être suivis horizontalement ou verticalement sur une longueur de 400 mètres, sans cesser d'être parallèles et en conservant partout la même épaisseur. La dépression qui sépare les deux montagnes précédentes avait été regardée comme une portion d'ancien cratère, mais le savant voyageur anglais démontre comment la disposition anticlinale des roches les plus anciennes de l'île, recouvertes par deux masses d'âge différent aux deux extrémités d'une crête peu prolongée, s'oppose à cette hypothèse. Les dykes postérieurs au relèvement des roches sont dirigés N., S. dans le sens de la ligne anticlinale. Les effets de ce relèvement se sont d'ailleurs peu étendus et cessent à deux milles au sud; ainsi la force soulevante s'est plutôt exercée en un point que suivant une ligne.

Après avoir décrit le cap du Turc, la baie Prospère et d'autres localités, M. Darwin examine la chaîne centrale de Sainte-Hélène qui forme une courbe composée de laves feldspathiques grises, de tuf argileux rouge, bréchoïde, comme les lits colorés de la série supérieure. La partie la mieux caractérisée, entre Dian's-Peak et Nest-Lodge, et qui supporte les points culminants élevés de 600 à 800 mètres au-dessus de la mer, a environ trois milles de longueur en ligne droite, et sa structure dans toute cette étendue paraît être uniforme. La courbe, prise dans son ensemble, représente assez bien la ligne de côte d'une grande baie ouverte au sud. Le côté septentrional s'abaisse en montrant des crêtes étroites qui vont se perdre dans la plaine, tandis que la pente intérieure, beaucoup plus

rapide, offre les tranches des nappes qui plongent légèrement en dehors. Au-dessous du sommet, un rebord aplati suit les contours de la crête. Ce rebord, qu'on observe souvent dans les cratères des volcans, paraît représenter les restes adhérents d'une nappe de lave endurcie qui s'est enfoncée. Par places, la crête est surmontée d'une sorte de muraille verticale, comme il en existe à Ténériffe et au Cotopaxi, et l'auteur ne doute pas que cette chaîne courbe ne soit le dernier débris d'un immense cratère démantelé qui aurait eu près de trois milles de long, sur environ un mille et demi de large, et d'où seraient sortis les courants de lave les plus récents (1).

L'espace compris au sud ou à l'intérieur de cette courbe centrale, et qui doit représenter la moitié de l'ancien cratère, est occupé par des monticules que les eaux ont en partie détruits, et par des crêtes de roches brunes, rouges et jaunes, mélangées et recoupées par des dykes sans aucune régularité. Ces roches sont des scories décomposées, associées à diverses sortes de tuf argileux, renfermant des cristaux de pyroxène et d'autres substances. Çà et là s'élèvent des masses de laves amygdaloïdes, très celluleuses, et au milieu de la vallée est une colline conique de phonolite, à section elliptique, à pentes escarpées, nommée le *Lot*. Sur un de ses côtés, la roche est divisée en grandes lames recourbées ; sur un autre, en boules anguleuses ou irrégulières, et sur un troisième, en colonnes ou en prismes rayonnants. A partir de sa base, les laves, les tufs et les scories plongent en dehors. La partie découverte de ce phonolite a 60 mètres de hauteur, et son altitude est de 440 mètres. D'autres masses assez semblables sont disposées suivant une ligne dirigée N.-E., S.-O., dont le prolongement passe par la montagne de Flag-Staff, traversée elle-même par de nombreux filons courant dans cette direction. Cette prodigieuse quantité de roches ainsi injectées est un des caractères les plus frappants de la géologie de Sainte-Hélène, comme les immenses falaises qui l'entourent presque de toutes parts, et qui résultent de l'action incessante des vagues de l'Atlantique, en sont le caractère physique le plus remarquable, et donnent aux formes de ses paysages un aspect particulier.

Comparée à l'île de l'Ascension, Sainte-Hélène offre des différences que M. Darwin s'est aussi attaché à faire ressortir. Ainsi, à

(1) Cette opinion est aussi partagée par M. E. Chevalier (*Voyage de la corvette* la Bonite ; — *Géologie et minéralogie*, p. 370, in-8 ; Paris, 1844).

l'Ascension, la surface des courants de lave est brillante, comme si cette dernière venait de s'épancher; leurs bords sont nettement dessinés, et l'on peut les suivre jusqu'au cratère d'où ils sont sortis. Ils ne sont point traversés de dykes plus récents, et les côtes de l'île sont basses et rongées seulement par la mer qui forme à peine des escarpements de quelques mètres de hauteur. Depuis 340 ans que l'Ascension est connue, on n'y a pas observé la plus faible action volcanique. A Sainte-Hélène, on ne peut plus retrouver la direction ni les limites des anciens courants; il ne reste que les débris du grand cratère, et non seulement dans les vallées, mais encore à la surface des plus hautes montagnes, le sol est partout sillonné de dykes, ou présente les sommets dénudés de cônes d'éruption. Enfin, l'île est bordée tout autour d'énormes précipices dus à l'action destructive des eaux (1).

Ile Maurice ou de France.

L'île Bourbon a été l'objet de quelques recherches, dont nous avons parlé (*antè*, vol. I, p. 574), et, pour l'île Maurice, on doit des observations géologiques intéressantes à Bailly (2), ainsi qu'à MM. Bouton et Desjardins (3).

Les montagnes de l'île de France qui avoisinent Port-Louis s'élèvent de 600 à 900 mètres au-dessus de la mer, et sont formées d'assises de basalte, obscurément séparées les unes des autres par des couches de matières fragmentaires et traversées par quelques dykes verticaux. Le basalte, qui contient beaucoup de pyroxène et de péridot, est généralement compacte. Le centre de l'île, formant une plaine élevée de 300 mètres, résulte de courants de lave qui se sont épanchés autour des montages basaltiques précédentes et en ont rempli les intervalles. Ces laves, d'un aspect également basaltique, sont disposées en nappes nombreuses, peu épaisses, et semblent avoir coulé à l'air libre de divers points sur ce plateau central. Le piton du milieu serait le principal de ces centres d'éruption. Bailly (4) avait déjà remarqué que toutes ces assises inclinent vers la mer, et M. Ch. Darwin (5), qui a fait la même observation,

(1) Voyez pour les dépôts sédimentaires de Sainte-Hélène, *antè*, vol. II, p. 1014.

(2) *Voyage pittoresque à l'île de France*, etc. par Mibbert, 1812; Trad. en allem. *Zeitsch. f. Min.*, 1825, p. 127.

(3) *Asiat. Journ.*, nouv. sér., vol. XII, p. 127. — *Bull.*, vol. IV, p. 103.

(4) *Voyage aux Terres australes*.

(5) *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les îles volcaniques, p. 28; in-8. Londres, 1844.

pense, que toutes les montagnes qui entourent l'île comme un rempart, quoique séparées aujourd'hui, ont été réunies autrefois en une sorte de ceinture continue, au moins sur une grande partie du périmètre, et c'est dans leurs intervalles que les laves plus récentes, venant de l'intérieur de l'île, se seraient écoulées (1). La forme de l'île est elliptique et son plus petit diamètre d'environ 13 milles géographiques. Bailly supposait que ce vaste bassin, en partie rempli de laves modernes, résultait de l'enfoncement de toute la portion supérieure d'un grand volcan. Sous ce rapport, l'île Maurice offre une ressemblance frappante avec Santiago.

Si nous comparons maintenant la structure générale et la composition de ces deux îles avec Sainte-Hélène, nous reconnaîtrons que toutes trois sont bordées de montagnes basaltiques, aujourd'hui déchiquetées, mais liées et continues dans l'origine. Leurs pentes rapides sont tournées vers l'intérieur, et les nappes inclinent en dehors vers les côtes. M. Darwin, considérant l'épaisseur des coulées et leur compacité, croit que cette inclinaison est plus grande que celle qu'elles auraient dû prendre en s'étendant sur une surface inclinée. Dans les trois îles, d'énormes courants de laves récentes ont coulé du centre vers les montagnes basaltiques de l'enceinte et dans les espaces qui les séparent. A Sainte-Hélène, la plate-forme du milieu a été remplie par ces mêmes courants. Ces îles ont dû être soulevées en masse, et les montagnes basaltiques doivent être rangées parmi les cratères de soulèvement. Les portions qui subsistent encore ont une structure générale tellement uniforme, que si elles ne sont point les restes d'un véritable cratère, elles ne peuvent s'accorder non plus avec les lignes ordinaires de soulèvement.

Après avoir examiné et comparé les diverses opinions émises à ce sujet, le savant voyageur anglais, s'appuyant sur les observations qu'il a faites dans l'Amérique du Sud (*antè*, vol. I, p. 579, 635 et 668), est convaincu que les forces qui portent les matières volcaniques jusqu'à l'orifice des cratères sont les mêmes que celles qui élèvent les continents en masse. Il croit que pendant le mouvement lent d'un district volcanique ou d'une île, au centre desquels se trouvent un ou plusieurs orifices ouverts, les bords sont plus haut que le milieu, et que les parties soulevées ainsi n'inclinent

---

(1) Voyez Bory de Saint-Vincent, *Voyage aux quatre îles Fortunées*. — Lesson, *Voyage de la corvette* la Coquille. — *Voyage à l'île de France par un officier du roi*, etc.

point régulièrement vers le centre comme à Santiago, ni comme une grande partie de l'Islande (*antè*, vol. I, p. 497), mais qu'elles en sont séparées par des failles courbes, de telle sorte que l'inclinaison première des nappes se trouve augmentée par cette disposition. Dans cette manière de voir, l'élévation en masse de certains districts et l'épanchement des laves provenant des plateaux du centre seraient des effets connexes. De plus, les montagnes basaltiques qui bordent les trois îles que nous considérons peuvent encore être envisagées comme offrant des cratères d'élévation, mais dont le mouvement de bas en haut aurait été lent, et la cavité centrale serait le résultat, non d'une courbure de la croûte superficielle, mais d'une moindre élévation des parties de la surface que cette cavité occupe.

CHAPITRE X.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'AMÉRIQUE.

§ 1. Amérique septentrionale.

Dans l'Amérique septentrionale, depuis les côtes de l'Atlantique à l'est jusqu'à la ligne de partage des eaux du Mississipi et de l'océan Pacifique, suivant l'axe des Montagnes Rocheuses à l'ouest, on ne connaît point encore de produits ignés qui aient surgi depuis le dépôt de la craie ; ceux que l'on a décrits à l'est, dans le New-Jersey, le Connecticut et le Massachussets, n'ont pénétré que des grès rapportés au trias, et ceux qui bordent le rivage nord des lacs Supérieur et Huron sont associés à des roches encore plus anciennes, comme ceux du New-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Il ne paraît pas en exister non plus dans la Nouvelle-Bretagne, au moins jusqu'à des latitudes très-élevées, et l'on peut en conclure que cette surface, beaucoup plus grande que l'Europe entière, n'a été nulle part soumise à l'action directe des feux souterrains depuis un laps de temps énorme (1). Les seules traces volcaniques signalées à l'est des Montagnes Rocheuses sont des pumites charriées par le Missouri, et dont l'origine même n'est pas connue (2).

Mais parvenus au centre des Montagnes Rocheuses situées sur cette ride flexueuse qui, du détroit de Magellan, borde d'une manière continue l'Océan pacifique, pour se rattacher, par le mont Saint-Élie et l'Ajajedan, aux îles Aléoutiennes, et le long de laquelle tant de bouches volcaniques anciennes ou modernes se sont fait jour, une

(1) La présence de quelques roches basaltiq[illegible] et au nord du détroit de Belle-Ile, roches qui se trou[illegible] prolongement des groupes des Canaries, de Madè[illegible] détruit point l'assertion précédente quant à l'éte[illegible] (V. J.-B. Jukes, *Rapport sur la géologie de Terre-*[illegible] *new phil. Mag.*, vol. XXIX, p. 103, 1840.)

(2) H.-D. Rogers, *Some facts*, etc. Quelques faits [illegible] des parties centrales et occidentales de l'Amérique du No[illegible] *geol. Soc. of London*, vol. II, p. 103).

fois entrés, disons-nous, dans cette zone ou portion de grand cercle, nous retrouvons à l'instant des traces incontestables des phénomènes qui nous occupent.

Montagnes Rocheuses.

C'est sur le haut plateau qui borde à l'ouest la ligne de faîte, entre 111° et 112° longit. O. (de Greenw.), et entre 42° et 43° lat. N., à une élévation de 1800 mètres au-dessus de la mer, que M. J.-C. Frémont (1) trouva, dans le voisinage des sources de Bière (*Beer* ou *Soda-springs* (*antè*, vol. I, p. 472), des basaltes scoriacés à cassure brillante et disposés en nappes, tandis que les montagnes environnantes qui dominent la plaine sont de quartz grenu. La rivière Bear coule entre deux murs verticaux de basalte remarquable par ses formes régulières et la netteté avec laquelle il se détache des roches voisines. Un peu à l'ouest des sources, on voit un ancien cratère presque circulaire, de 300 mètres de circonférence et de 20 mètres de profondeur. Ses parois à pic et très régulières sont composées de laves scoriacées, brunes, ayant tous les caractères des laves modernes. La plaine qui est au delà offre encore les apparences d'un sol volcanique peu ancien.

Orégon.

Dans un mémoire sur la géologie et la météorologie des pays situés à l'ouest des Montagnes Rocheuses, M. Amos Eaton (2), en rendant compte des observations de M. Ball, avait déjà donné des détails assez précis sur les roches ignées de cette région, mais comme son itinéraire se trouve compris dans celui infiniment plus vaste qu'a parcouru M. Frémont, et qu'en outre la position géographique des points observés par ce dernier est beaucoup plus exacte, nous le suivrons de préférence.

(P. 164.) En descendant la rivière Snake, M. Frémont trouva qu'aux *American Falls* (112° 3/4 long. et 42° 3/4 lat. N.) elle coulait entre des roches trappéennes vésiculaires qui s'élèvent à mesure qu'on s'avance vers l'ouest, et constituent le caractère principal du paysage, le long du chemin jusqu'aux *Dalles* du Columbia inférieur, représentant une brèche ouverte dans le sol et dont la rivière aurait ensuite fait son lit. Les roches recueillies en cet endroit sont une lave botrioïde, de l'obsidienne, des cendres et du sable volca-

(1) *Report of the exploring expedition*, etc. Rapport de l'expédition d'exploration aux Montagnes Rocheuses en 1842, 1843 et 1844, etc., p. 138. In-8, avec cartes, vues, planches de fossiles, etc. Washington, 1845.

(2) *Amer. Journ.*, vol. XXV, p. 350. 1834.

nique, puis des grès vitrifiés et des calcaires blanchâtres altérés par les feux souterrains. En continuant à s'avancer dans la même direction, on voit encore la rivière Snake rouler ses eaux entre deux escarpements de roches volcaniques noires jusqu'au ruisseau Rock, (*Rock creek*), où elle forme des murailles de structure colonnaire.

(P. 177.) Par 115° 1/2 long. et 43° 1/2 lat. entre les rivières Brûlée et Powder, le savant voyageur rencontra un trapp rougeâtre avec analcime et stilbite en nodules, et un trapp poreux ou lave ancienne constituant les montagnes par 117° 1/2 et 45°. Les escarpements sont formés de trapp ou basalte à grain fin avec de petites cavités remplies d'analcime. Cette roche paraît composer la chaîne des Montagnes Bleues qui se trouve à cette latitude. Depuis que l'expédition avait quitté la rivière Snake, tout le pays qu'elle traversa avait été évidemment le siége de phénomènes ignés très considérables. Le long de la rivière Brûlée (*Burnt river*), les roches sédimentaires ont été altérées par l'arrivée des produits volcaniques qui les ont parfois complétement modifiées. De ce point aux montagnes de la Californie, les mêmes phénomènes se représentent à chaque pas.

Suivant M. Ball, le basalte recouvre fréquemment le grès rouge qui prend l'aspect de briques à demi fondues ou vitrifiées; la roche ignée est scoriforme ou colonnaire; les colonnes sont des polyèdres et souvent des pentaèdres aussi parfaits que ceux de la chaussée des Géants.

(P. 184.) Sur la rive gauche du Columbia, depuis le fort du Nez-Percé et le confluent de la Wolahwalah, règnent encore des roches basaltiques, affectant parfois, comme celles qu'a représentées M. Frémont (p. 185), les formes les plus bizarres, et ressemblant à de vieux châteaux en ruines. La roche est un basalte compacte en nappes brisées dont les fragments jonchent le pied des collines. Aux *Dalles* du Columbia, la rivière est resserrée entre deux murs de basalte, et la roche qui se prolonge fort loin dans la plaine présente à sa surface des cavités circulaires (*Pot-holes*) dues au mouvement des eaux qui couvrent le pays après la saison des pluies. Le basalte, très compacte, est d'ailleurs le même que celui du bassin supérieur du fleuve.

(P. 193.) Les masses rocheuses mises à découvert sur ses bords, dans le voisinage des cascades, sont [illegible] produits volcaniques. Le long des rapides on remarque [illegible] et inclinées de laves rouges et de diverses [illegible] C'est un trapp poreux très récent. Toutes [illegible]

verse le Columbia à cette latitude sont des produits ignés, et, lorsque l'expédition américaine y passa, les deux grands cônes volcaniques couronnés de neiges éternelles, le mont Regnier et le mont Sainte-Hélène, étaient en activité. L'année d'auparavant, à la même époque, le dernier de ces volcans avait lancé ses cendres jusqu'aux *Dalles*, à 50 milles de distance de son sommet.

Le mont Regnier (ou Rainier), situé au nord du mont Sainte-Hélène, indique suffisamment, par son profil, son origine volcanique. Il présente un cratère terminal et sur ses flancs des bouches parasites. Sa hauteur absolue, déterminée par l'expédition du capitaine Wilkes (1), est de 1550 mètres. Au nord-est et à l'ouest, d'autres montagnes sont également dues à l'accumulation de produits ignés.

(P. 463.) La *Grande-Coulée* est une sorte de vallée bordée de chaque côté par des escarpements basaltiques semblables à ceux des Palisades de l'Hudson, et de 243 mètres de hauteur. Sa largeur varie de 2 à 3 milles. Par places les falaises sont écroulées. Dans sa partie nord on remarque des buttes de granite, semblables à des îles recouvertes d'un chapeau de basalte, et appelées *Iles des pierres*. Leur élévation au-dessus de la plaine est de 217 mètres. Le fond de la *Coulée* est peu régulier, mais quelquefois parfaitement uni sur un espace de plus de 2 milles. On y observe trois lacs sans issue. Quelques personnes ont pensé que la *Grande-Coulée* représentait l'emplacement d'un ancien lac, d'autres que c'était un ancien lit du Columbia, ses deux extrémités aboutissant en effet à cette rivière qui forme au N.-O. une large courbe dont cette dépression singulière serait la corde. Rien ne prouve d'ailleurs que les trapps qui la bordent soient d'un âge récent. La *Coulée des pierres*, où la prairie se termine dans cette direction, offre encore les caractères de la *Grande-Coulée* et est bordée de précipices ouverts dans des roches trappéennes ou basaltiques.

La chaîne de la Cascade, située à environ 130 milles de la côte de l'océan Pacifique, se prolonge au nord et au sud du Columbia et se fait remarquer de loin par les cimes volcaniques puissantes qui la surmontent. En longeant cette chaîne vers le S., M. Frémont a rencontré plusieurs sortes de laves jusqu'à la rivière Fall, puis au delà vers le mont Jefferson et d'autres pics élevés. Il en signale encore après le lac de la Pyramide et à l'extrémité du lac Mon-

(1) *Narrative of the United-States exploring expedition*, vol. IV, p. 450.

tagne d'où sort la rivière des Américains (*Rio de los Americanos*), affluent du Sacramento, qu'elle rejoint au-dessous de Nueva-Helvetia.

L'expédition scientifique américaine dont faisait partie M. J.-D. Dana parcourait, à peu près dans le même temps, la région comprise entre la Sierra-Nevada de la Californie et la côte de l'océan Pacifique, à partir des sources de la Clammat ou Tlamath, qui, comme celles du Sacramento, sont situées dans une chaîne de montagnes dirigée à peu près E., O., et à laquelle se rattachent au nord le prolongement de la chaîne de la Cascade et au sud la Sierra-Nevada. Cette chaîne transverse sépare ainsi le bassin du Columbia ou de l'Orégon avec ses affluents au nord, de ceux de la Tlamath au sud-ouest, et du Sacramento au sud. Haute Californie.

M. Dana (1) signale sur les rives de la Tlamath, par 42° lat. et 122° 3/4 long. O., des collines tertiaires formées de grès inclinés et les sommets des principales hauteurs environnantes composés de basaltes qui percent les roches stratifiées. Les pentes sont couvertes d'agates et de calcédoines provenant de la décomposition des roches ignées qui les renfermaient. Vers le S.-S.-E. une montagne à sommet arrondi, de plus de 300 mètres d'élévation, masquait aux voyageurs les neiges du pic de Shasty, cône volcanique de 3650 à 4250 mètres de hauteur, et que l'on apercevait auparavant des montagnes situées au nord de la Tlamath. En s'avançant vers le S. on traversa des amas de produits volcaniques ou laves porphyriques grisâtres, accumulées sans ordre; ces amas devinrent ensuite de plus en plus nombreux, et la plaine se trouva couverte de monticules coniques de 6 à 60 mètres de hauteur. Le sol environnant, rouge ou brun rougeâtre, résultat de la décomposition de ces roches, est à peine mélangé à l'alluvion de la plaine. Au contraire, le sol de la prairie, qui provient de la destruction des grès, a la couleur et les caractères dus à son origine, et prouve ainsi que la prairie montueuse a été nivelée sous l'eau, depuis l'apparition des roches volcaniques. Sur une étendue de 5 milles, les monticules de lave sont tellement voisins les uns des autres, que le sol de la plaine disparaît presque par la réunion de leurs talus. Lorsqu'on se rapproche encore davantage des montagnes, les collines augmentent en hauteur; elles sont arrondies, et atteignent bientôt la chaîne élevée qui entoure la base septentrionale du pic de Shasty (*Shasty peak*).

(1) *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VII, p. 247. 1849.

Vers le S., l'expédition rencontra des chaînes de collines formées d'une serpentine vert foncé, avec amiante et diallage. A un mille plus loin se montrèrent des granites syénitiques avec de très grands cristaux d'amphibole. Ces chaînons atteignent à l'ouest 450 à 550 mètres de haut, et à peu de distance apparaissent des collines de laves. Les montagnes que les voyageurs avaient alors devant eux, composées de masses puissantes, dirigées E., O., et situées à l'occident du pic de Shasty, formaient la limite naturelle entre la région de la Tlamath et le district du Sacramento. La largeur de la chaîne est d'environ 40 milles du N. au S. Lorsqu'on commence à pénétrer dans son intérieur, on marche pendant plusieurs milles sur des laves trachytiques et sur des trachytes formant des monticules, de petits chaînons ou seulement des blocs disséminés parmi les arbres. Vers la base du pic de Shasty s'élève un cône à pentes régulières, tronqué au sommet : c'était un cratère éteint composé de cendres, et montrant toute la régularité et la fraîcheur des éruptions récentes.

Le Pic est un des puissants volcans de la chaîne de la Cascade. Son altitude, estimée à 4375 mètres, serait un peu moindre, suivant M. Emmons, l'un des officiers attachés à l'expédition (1), et comme on vient de le voir ci-dessus. La montagne, vue du S.-O., présente deux sommets et entre eux une plaine déprimée, mais aucun cratère ne peut être distingué de loin. Chaque sommet a probablement été un centre particulier d'éruptions, et le plus petit des deux se trouve placé par rapport au grand comme la Somma par rapport au Vésuve. Les pentes étaient couvertes de fragments roulés; elles étaient dépourvues de végétation, et leur teinte cendrée était celle des trachytes de la plaine ou des basses montagnes. La neige, en couches ou en plaques sur les parties du sommet les mieux préservées de l'action solaire, ne formait pas un revêtement complet, comme au mont Sainte-Hélène. Les flancs du Pic sont en général peu accidentés; cependant, sur le côté sud-ouest, à partir du sommet jusqu'à 900 ou 1200 mètres au-dessous, l'uniformité de leur surface est interrompue par des digues ou traînées de roches s'élevant en forme de muraille, et dont les ombres indiquaient une hauteur d'au moins 100 mètres. C'était évidemment des dykes qui s'étaient fait jour par d'anciennes fentes dans le cratère, et qui doivent leur relief actuel à l'entraîne-

(1) *Narrative of the United-States exploring expedition*, etc., par Ch. Wilkes, vol. V, p. 256 ; 5 vol. in-4, avec atlas. Philadelphie, 1844.

ment des matériaux qui les contenaient. Une source thermale, dont la température est fort élevée, s'échappe du pied oriental du Pic. L'obsidienne se rencontre sur plusieurs points, et les indiens Shasty, qui la travaillent avec beaucoup d'adresse, s'en servent pour armer leurs flèches.

En pénétrant dans la Californie, les voyageurs parcoururent une gorge profonde, coupée dans un trachyte qui appartenait encore au groupe montagneux du Shasty, mais bientôt succédèrent les roches talqueuses, puis les syénites et les granites. L'expédition avait mis six jours pour traverser la chaîne, et la rivière Destruction, affluent du Sacramento, qui n'était d'abord qu'un simple ruisseau, devint bientôt un torrent tumultueux, puis un large et puissant courant. Sur une grande partie de son cours, ce n'est qu'une suite de cataractes qui produisent des effets du caractère le plus sauvage, lorsque les eaux se précipitent et se brisent en bondissant jusqu'à une grande hauteur sur les roches amoncelées dans les gorges étroites et profondes.

Le granite forme des pics élancés, des aiguilles et d'élégants pinacles sur le côté occidental de la vallée, à 900 mètres au-dessus de la plaine. La roche, d'une teinte claire, ressemble de loin à d'immenses falaises de craie. Les cristaux de feldspath en sont très grands et le mica argentin est peu abondant. Elle passe à la syénite qui présente diverses variétés et qui passe elle-même à l'amphibolite. En descendant la rivière Destruction, on observe encore des roches assez semblables au vert antique, des roches d'hypersthène et des dykes de basalte porphyrique.

Un peu au S. du 40°, ou par 39°,8', on rencontra une série de sommités dont la plus élevée atteint 543 mètres d'altitude, et que l'on avait souvent placées par erreur dans la chaîne même qui sépare la Californie de l'Orégon. Elles constituent une sorte de chaînon isolé et divisé en pics, offrant de longues pentes à chaque extrémité où elles se fondent insensiblement avec la surface unie de la plaine qu'arrose le Sacramento.

Ces montagnes, appelées *Buttes du Sacramento* ou les *Trois-Buttes*, appartiennent à un ancien volcan. Les pentes inférieures sont sur beaucoup de points séparées de la partie centrale élevée par une vallée circulaire de 300 à 400 mètres de large, que borde une muraille à pic de 100 mètres de hauteur. Plusieurs fentes ou brèches offrent des ouvertures naturelles pour pénétrer dans la vallée intérieure. La forme de la Butte est presque

circulaire ; son diamètre est d'environ 8 milles, et elle ressemble à une île au milieu d'une vaste prairie parfaitement unie. La vallée intérieure est, sur une grande partie de son pourtour, au niveau de la plaine environnante, et couverte d'eau en été lorsque les étangs sont remplis. Les pics centraux, dont les pentes sont rapides et accidentées, s'élèvent en crêtes hardies au sommet. La roche qui les constitue est un porphyre ou porphyre trachytique rouge-pourpre, avec hornblende, mica en tables à six faces et des cristaux de feldspath vitreux de 3 à 6 lignes de long. Elle prend par places un aspect de porcelaine, ou devient schistoïde et se divise facilement en feuillets minces. Elle affecte quelquefois une disposition en strates horizontaux, et sur d'autres points ceux-ci sont verticaux ou plissés et recourbés en divers sens.

La *Butte* est un cône volcanique dont le centre s'est probablement enfoncé à une certaine époque, laissant seulement entière la partie inférieure de ses talus. Comme les roches et les fragments de matières rejetées ne se trouvent point sur la prairie environnante, on peut en induire qu'il était éteint avant que le sol actuel des rives du Sacramento fût déposé, et depuis lors les débordements de cette même rivière ont comblé et nivelé le pays adjacent, aussi bien qu'une grande partie de la vallée annulaire. Une colline de blocs trachytiques, située près de l'ouverture orientale de celle-ci, paraît avoir été un des derniers points d'éruption de ce massif volcanique. Comme le cône est en partie enseveli sous les détritus qu'a transportés la rivière depuis l'époque moderne, on n'aperçoit qu'une portion de son élévation première, et peut-être même n'en est-ce qu'une petite fraction. L'esquisse qu'a donnée M. Dana de ce groupe montagneux rappelle d'une manière remarquable les profils du Cantal, de Palma, de Fogo, du volcan d'Antuco (Chili), etc.

§ 2. Amérique centrale et Antilles.

Archipel des Antilles.

Nous avons déjà parlé des phénomènes volcaniques des Petites-Antilles (*antè*, vol. I, p. 556), et il nous reste peu à dire sur cet Archipel. M. E. Robert (1) mentionne à la Martinique des trachytes gris blanchâtre qu'il compare à ceux des Andes. Ils passent à la téphrine et à un porphyre trachytique quartzifère. A la base des pitons, qui ressemblent au Puy-de-Dôme, perce une dolérite granitoïde grisâtre. C'est au pied du piton principal, et à la jonction

(1) *Bull.*, vol. VII, p. 189. 1836.

du trachyte et de la dolérite, que sourdent les eaux thermales. L'île est entourée d'un rempart de roches basaltiques. La Barbade, Sainte-Lucie, la Martinique, la Dominique, Montserrat et Antigoa, diffèrent beaucoup, par leur aspect, des îles Canaries. Au lieu des formes propres aux cratères et aux coulées, elles ne présentent que des vallées de déchirement qui rappellent celles des montagnes primaires. Dans l'île d'Antigoa, les trapps se montrent à la pointe sud-est et occupent à peu près un quart de sa surface. Les roches ignées, dit M. S. Hovey (1), y sont très variées ; le basalte en boules irrégulières s'y trouve fréquemment, ainsi que les brèches, les porphyres et les diorites compactes d'une texture homogène. Ces produits ont été poussés à travers les roches stratifiées, et se sont épanchés par-dessus ; ils les ont souvent enveloppés et modifiés de manière à rendre leurs limites aujourd'hui méconnaissables.

De son côté, M. Ch. Deville (2) a constaté, dans les îles de la Grenade, de Nevis et de Saint-Christophe, tous les caractères des volcans soulevés. Les roches sont des trachytes semblables à ceux du Mont-Dore. On distingue, dans l'île de Saint-Christophe, un rempart semi-circulaire, formé par un trachyte rougeâtre très solide, et, au milieu, des produits volcaniques plus modernes, tels que les cendres, les lapillis et les laves trachytiques poreuses que l'on peut suivre jusqu'à la mer. L'apparition de ce volcan intérieur aurait occasionné le soulèvement circulaire du trachyte ancien.

Dans son *Essai sur la constitution géologique de la partie basse de la Guadeloupe, dite Grande-Terre* (3), travail que nous regrettons d'avoir complétement omis en son lieu (*antè*, vol. II, p. 1053), M. P. Duchassaing ne s'est occupé que des dépôts tertiaires et plus récents de cette île.

L'âge tout à fait indéterminé des roches magnésiennes non stratifiées, qui entourent les serpentines avec diallage et asbeste, aux environs de la Havane (île de Cuba), ne nous permet pas de nous y arrêter ici. M. H. Galeotti (4) a rapporté à la formation jurassique,

---

(1) *Amer. Journ.*, vol. XXXV, p. 75. 1838. — Voyez aussi T. Nugent, *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, et *Antigua Almanach and Register*.

(2) *Compt. rend.*, vol. XI, p. 983. 1840.—Voyez aussi H. Davis, *Notes on the soufriere of Saint Vincent* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 53, 1848).

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1093. 1847.

(4) *Bull. de l'Acad., roy. de Bruxelles*, vol. VIII, n° 6.

sans doute à cause de leur aspect, les calcaires contre lesquels s'appuient les couches bituminifères; mais rien ne nous paraît moins prouvé que cette assertion, et peut-être trouvera-t-on plus tard qu'ils appartiennent à la formation crétacée.

Ile Saint-Paul. De même que nous avons fait remarquer tout à l'heure que les points de Terre-Neuve et des côtes nord-est du Labrador, où l'on a signalé des roches ignées, se trouvaient dans le prolongement nord-ouest des îles Açores, Madère et Canaries, de même les îlots de Saint-Paul et de Fernando-Noronha, perdus dans l'Atlantique à d'immenses distances des côtes du Brésil, se trouvent sur le prolongement sud-est des Antilles, suivant une ligne N.-O., S.-E. Cette ligne est parallèle à la direction générale de la côte nord-est de l'Amérique méridionale, depuis les îles sous le Vent jusqu'au cap Saint-Roque, comme à la côte de l'océan Pacifique, depuis l'isthme de Panama jusqu'à la baie de San-Francisco, et même jusqu'au golfe du prince Guillaume et au volcan de Saint-Élie. Cette direction nord-ouest des rivages de l'Amérique et des archipels qui en dépendent, direction que l'on retrouve sur les côtes du Labrador et des terres de Baffin, et les archipels volcaniques placés au sud-est, ainsi que la présence des phénomènes ignés sur trois lignes sensiblement parallèles, sont le caractère physique le plus frappant de cette partie du globe, caractère sur lequel il ne semble pas que l'on ait encore insisté.

Cependant l'île Saint-Paul, située un peu au nord de l'équateur, à 540 milles des côtes de l'Amérique, n'est pas, à proprement parler, volcanique comme la plupart des îles très éloignées des continents, mais elle est certainement d'origine ignée. Elle s'élève seulement de 15 mètres au-dessus du niveau de l'Océan; elle n'a pas un mille de circonférence, et presque tout autour la mer est sans fond. Elle est formée d'une roche très compacte, pesante, d'un noir verdâtre et infusible. Quelques variétés moins dures, de teintes plus claires, sont néanmoins fusibles. D'autres sont traversées par des veines de serpentine et de carbonate de chaux. La structure de la masse est imparfaitement concrétionnée et quelquefois celluleuse. Dans beaucoup d'endroits ces roches sont enduites d'une substance vitreuse, polie, blanc grisâtre, disposée en couches excessivement minces; elle est plus dure que le calcaire, ne fait point effervescence, décrépite, dégage une odeur fétide et est alcaline. M. Ch. Darwin (1) la regarde comme produite par des excréments d'oiseaux,

(1) *Geological observations*, etc. Observations géologiques sur les

modifiés et arrangés par l'action des eaux. Le même voyageur en a observé de semblables dans l'île de l'Ascension. D'après sir James Clark Ross (1), l'île Saint-Paul aurait un cratère, et son élévation résulterait de l'action des feux souterrains.

L'île de Fernando-Noronha, située par 3° 50′ lat. S., et à 230 milles de la côte du Brésil, est essentiellement d'origine ignée, et comprend plusieurs îlots sans offrir aucune trace de cratère. L'un de ces îlots présente une montagne de 300 mètres d'élévation, dont la partie supérieure est une masse de phonolite, imparfaitement colonnaire, avec des cristaux de feldspath vitreux et d'amphibole. Les pentes de cette montagne sont fort abruptes (2). Ile de Fernando-Noronha.

L'île de la Trinité est une masse de roche volcanique de 600 mètres d'altitude. Les trapps y affectent des formes très bizarres. La roche Nine-Pin s'élance perpendiculairement de la mer, semblable à une colonne de 255 mètres de haut. Ile de la Trinité.

M. H. Galeotti a publié sur le Mexique plusieurs mémoires auxquels nous empruntons ce qui suit. Le Coffre de Pérote, situé à l'ouest de la Vera-Cruz, fait partie de cette série de volcans alignés exactement de l'E. à l'O., d'une mer à l'autre, et dont la direction coupe sous un angle de 45° l'axe principal de la chaîne centrale. Le plateau de Mexico, comme l'a fait remarquer M. de Buch (3), est un immense cratère de soulèvement placé au croisement de deux chaînes. Mexique.

Dans son *Voyage au Coffre de Pérote* (4), M. Galeotti décrit les trachytes grisâtres ou noirâtres et les téphrines avec mica qui entourent la base de la montagne. Le Cerro de Huilotepec, que l'on atteint d'abord à 2200 mètres d'altitude ou à 844 mètres au-dessus de Jalapa, est formé de laves téphrinitiques et de trachytes. La montagne principale, élevée de 4089 mètres au-dessus de la mer, est un ensemble de plusieurs massifs, séparés par de petites vallées et de petits plateaux. Au-dessus de 3000 mètres, on trouve de hautes mu-

---

îles volcaniques, p. 32 ; in-8°. Londres, 1844. — *Journal and Remarks*, etc.

(1) *Voyage of discovery and research*, etc. Voyage de découvertes et de recherches dans les régions méridionales et antarctiques ; 2 vol. in-8. Londres. 1847. — *Amer. Journ.*, vol. VII, p. 343. 1849.

(2) Ch. Darwin, *loc. cit.*, p. 23.

(3) *Description physique des îles Canaries*, p. 515.

(4) *Bull. de l'Académie roy. de Bruxelles*, vol. III, p. 436. 1836.

railles de trachyte gris clair, divisé en plaques, avec des cristaux d'albite et passant à la *pholérite* (phonolite ?), puis des trachytes foncés, des laves rougeâtres, celluleuses, et quelquefois jaunâtres, renfermant de petites masses de quartz hyalin amorphe. On remarque aussi des téphrines basaltoïdes passant à un véritable basalte avec olivine. Les trachytes se continuent ensuite en présentant diverses variétés.

La plus haute cime, appelée Coffre de Pérote, est formée par un escarpement presque vertical de trachyte gris, à cristaux laminaires d'albite, qui passe à une eurite porphyroïde très dure, pesante, avec des cristaux d'albite, de pyroxène et des grains d'amphibole. Ces roches constituent une masse carrée, allongée du S.-S.-E. au N.-N.-O., et haute de 50 mètres. Une autre cime, moins élevée, est composée de téphrine rougeâtre avec des cristaux d'albite, de pyroxène et d'amphibole, puis de téphrines basaltiques noires, et enfin de véritables basaltes avec péridot et du soufre dans les cavités. Des conglomérats trachytiques alternent avec les téphrines.

L'ancien cratère, d'où sortirent les laves du Coffre de Pérote, est une cavité circulaire de 200 à 300 mètres de profondeur, dont la paroi méridionale est détruite, et celle du nord, restée entière, est composée de trachyte gris albitique, tantôt prismatique, tantôt tabulaire ou amorphe. Les pentes au nord et à l'ouest sont inclinées de 25° à 30°, tandis que dans les autres directions elles en ont jusqu'à 70 et 80. De grandes fentes sillonnent profondément la montagne en divers sens, et, sans elles, cette dernière aurait presque la forme d'un cône régulier.

Les trachytes ont été soulevés et redressés, et les agents internes se sont principalement exercés sur les portions orientale et méridionale du cratère, où ils ont occasionné des fentes divergentes. Ces trachytes semblent appartenir à l'époque tertiaire, et suivant M. Galeotti, seraient contemporains des dépôts fluvio-marins supérieurs de Papantla. Plus tard, les forces volcaniques donnèrent lieu à des éruptions de laves et à un cratère qui fut détruit lorsque la montagne fut portée à sa hauteur actuelle. Les laves téphrinitiques et les conglomérats postérieurs aux trachytes datent de l'origine du cratère ; ces roches sont intercalées dans les fentes préexistantes, et ont été brisées elles-mêmes plus tard. Plusieurs volcans particuliers ou parasites s'ouvrirent au pied de la montagne principale lors de l'apparition des trachytes ; ils sont dus en partie à ce soulèvement, et, en partie, à l'accumulation des matières ignées.

Le village de San-José-del-Oro, dit ailleurs le même natura-

liste (1), se trouve à 50 lieues au nord de Mexico, dans la branche orientale de la Cordillère du Mexique, et dans le district de Zimapan. Les montagnes qui l'entourent sont rapprochées les unes des autres, allongées, arrondies, présentent rarement des crêtes déchirées ou des pics aigus, et ont des altitudes qui ne dépassent pas 1930 mètres. Le Cangando, au pied duquel sont le ravin et le hameau de la Encarnacion, s'élève à 3700 mètres. A la base du massif montagneux de San-José sont des monticules de téphrines noires et rouges, de pépérines, de basalte, d'eurites rouges porphyriques, de porphyres quartzifères et de trapps. Ces monticules séparent les collines calcaires de Zimapan des montagnes également calcaires de San-José. Ils ont de 100 à 360 mètres de hauteur, et, à leur contact, les couches calcaréo-schisteuses deviennent friables, terreuses, et prennent une teinte rouge. Les masses ignées sont principalement des porphyres grisâtres avec albite, un peu de mica et des grains de quartz hyalin, et leur texture est un peu celluleuse. Ces porphyres passent à un trappite vert foncé, bigarré de rouge, grenu, tenace, se divisant en prismes carrés, et se délitant ensuite en boules à couches concentriques. La roche est en outre traversée par des veines de chaux carbonatée, nacrée.

Près du Rancho de la Mijada, on remarque des porphyres très luisants avec noyaux de quartz, opales blanches, calcédoines et cristaux d'albite. Ces roches, qui ne s'élèvent guère qu'à 80 ou 100 mètres au-dessus de Zimapan, sont presque toujours recouvertes de basaltes, de téphrines et de pépérines. Le basalte celluleux renferme des cristaux d'albite, et passe aux téphrines compactes, albitiques, avec chaux carbonatée et mica. Des téphrines scoriacées, rouges et noires, plus ou moins légères, alternent entre elles. Les pépérines ou conglomérats sont cimentés par une pâte argileuse jaunâtre, avec albite, pyroxène cristallisé et mica. Les pépérines sont un peu postérieures aux basaltes, qui, avec les téphrines, semblent représenter les derniers termes de la série pyrogène, commencée par les trappites et les porphyres.

Près de San-José et de la Encarnacion, il y a des masses de syénite aurifère et de fer oxydulé magnétique en contact avec les calcaires blancs cristallins. La gangue de l'or est du grenat vert amorphe, ou une eurite compacte, verdâtre, avec des cristaux de feldspath, le tout traversé de veines de chaux carbonatée et accom-

(1) *Bull. de l'Acad. r. de Bruxelles*, vol. V, 1838.

pagné de cuivre pyriteux, d'or natif lamelliforme, rarement cristallisé en octaèdre. L'or est le plus ordinairement disséminé en particules invisibles dans l'oxyde de fer argileux, mélangé de carbonate de chaux et de grenats. Non loin de la syénite et dans les calcaires blancs cristallins, on remarque des masses de fer oxydulé magnétique, de plusieurs mètres de puissance. M. Galeotti attribue à l'apparition des syénites la formation des hautes montagnes du pays, telles que le Cangando. Ces roches auraient aussi amené les substances que nous venons d'indiquer, et les filons de fer oxydulé auraient été injectés de bas en haut. Les syénites paraissent être d'ailleurs plus anciennes que les autres roches ignées du pays.

A l'ouest de Zimapan, dans une chaîne de porphyres et de trappites, se trouve disséminée l'alumine sulfatée, en masses amorphes, en mamelons ou en aiguilles, tapissant les cavités et les fissures des porphyres altérés. Cette alumine est généralement incolore, surtout quand elle est en masse, en plaques ou en mamelons concrétionnés. Avec cette substance, se rencontrent encore des veines de gypse jaune, translucide, laminaire ou fibreux. Les gypses et les argiles sont accompagnés de carbonate de cuivre, de baryte sulfatée et de chaux fluatée verte. Dans le voisinage de ces montagnes se trouvent des trachytes avec des opales et du porphyre rouge.

Les montagnes qui entourent le lac de Chapala, situé à l'ouest du point dont nous venons de nous occuper, sont formées de roches pyrogènes. Ce sont des téphrines rouges, celluleuses, plus ou moins compactes, avec mica et pyroxène, et passant au basalte, puis des téphrines noires, porphyroïdes, avec albite, pyroxène et mica. Ces laves, recouvertes par des pépérines grises, reposent sur un porphyre violâtre, vert ou rouge, dur, compacte, avec albite. Les sources thermales sont assez nombreuses, ainsi que les dégagements d'acide sulfureux dans les porphyres, les laves et les basaltes. L'île de Chapala, placée au milieu du lac, paraît être le sommet d'un cône basaltique. Ces diverses roches se sont fait jour à travers des calcaires qu'elles recouvrent partout. Ces derniers, près de Chapala, sont gris jaunâtre ou blanchâtre, rarement bleuâtres, durs, à grain serré, et le lac semble y avoir été creusé. Les eaux se seraient rassemblées dans une large dépression parallèle aux massifs ignés qui l'entourent également, et les îles qu'il renferme sont aussi des sommités de roches pyrogènes (1).

---

(1) H. Galeotti, *Bull. de l'Acad. r. de Bruxelles*, vol. VI.—Voyez

M. Hellert (1) a donné quelques détails sur la province de Veraguas, où toute la vallée comprise entre le village d'Alauje, à l'ouest de l'embouchure du David, le volcan éteint de Chiriqui, le pic de Mantipa et la rivière Jacaqui, serait occupée par un vaste dépôt de houille, qui vient affleurer sur plusieurs points à la surface du sol. M. J. de Garay (2) paraît avoir aussi dressé une carte géologique de la partie sud de l'isthme de Panama, carte qui indique la composition du sol et les richesses minéralogiques de ce pays. Nous ne connaissons point, d'ailleurs, ce travail, dont l'auteur faisait partie de la commission scientifique qui, en 1842 et 1843, avait été formée pour étudier les moyens de communication entre les deux mers. Isthme de Panama.

§ 3. Amérique méridionale.

M. Boussingault (3), considérant particulièrement la Cordillère de la Colombie, et surtout les volcans du plateau de Quito, pense que le soulèvement de la chaîne a eu lieu lorsque les roches étaient à l'état solide, et que son relief se compose de fragments de toutes les dimensions, entassés pêle-mêle les uns sur les autres. Les trachytes, qui constituent près de l'équateur la masse des Cordillères, ont été fracturés, puis soulevés. Rien n'indique qu'ils fussent à l'état pâteux, et au Tunguragua, où ils ont redressé des schistes argileux, comme à l'Antisana des micaschistes, nulle part il n'y a eu de déversement de la roche soulevante sur la roche Colombie et Pérou.

aussi *Boletino oficiale de minas*, 1er octobre 1844. — J. Burckardt, *Aufenthalt and Reisen in Mexiko*. Séjour et voyage au Mexique de 1825 à 1834; 2 vol. in-8° avec pl., coupes et carte géol. du Zacatecas. 1835-36. L'auteur a visité une partie des districts métallifères qu'il décrit séparément; il a parcouru le bord de l'océan Pacifique et visité plusieurs volcans, entre autres le Jorullo. — J.-W. Albert, *Report and map of the examination of New-Mexico* (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VI, p. 389, 1848). — A. Wislizenus, *Memoir of a tour to northen Mexico*, etc. (*Ib.*, p. 376).

(1) *Bull. de la Soc. de géographie*, 3e sér., vol. V, p. 102.

(2) *Ibid.*, p. 271.

(3) *Bull.*, vol. VI, p. 52. 1834. — Voyez aussi Evan Hopkins: Coupe de l'océan Pacifique à la plaine de la Meta, passant par le volcan de Ruis et le plateau de Bogota (*Quart. Journ. geol. Soc. of London.*, vol. VI, p. 366, 1850).

soulevée. Les tassements qui ont succédé à ces soulèvements ont dû contribuer ensuite à l'abaissement des chaînes, de même que la chute des pics les plus élevés ou des crêtes, et l'auteur cite à l'appui de cette manière de voir l'éboulement du Capac-Urcu, près de Rio-Bamba, qui eut lieu avant la découverte de l'Amérique. Cette montagne, la plus élevée alors de toutes celles qui avoisinent l'équateur, est aujourd'hui bien moins haute que le Chimborazo (1).

M. Hayes (2) a fait connaître la pickeringite, ou alun magnésien natif, qu'il a trouvée en masses fibreuses à la surface des trachytes du Pérou.

Bolivie. Nous avons eu souvent à mentionner les recherches de M. Alc. d'Orbigny (3) dans la Bolivie, et quoique les phénomènes volcaniques anciens ne fussent pas l'objet spécial de ses études, il n'a pas laissé que de recueillir des faits de détail que nous rappellerons ici, après avoir renvoyé toutefois le lecteur au résumé qu'a donné M. L. de Buch (4) sur les volcans de ce pays, résumé où sont présentées avec autant de sagacité que de précision les données acquises à la science jusqu'en 1836.

M. Alc. d'Orbigny a décrit le cône trachytique de Tacora, du pied duquel sort le Rio de Azufre. Les eaux de ce torrent sont saturées de sulfate de fer et de sulfate d'alumine que l'auteur, d'accord avec M. Meyen (5), attribue à la présence du soufre natif qui recouvre les trachytes décomposés, tandis que, suivant M. Pentland (6), ces substances seraient dues aux vapeurs d'une solfatare ou volcan éteint.

Après Tacora, le village le plus élevé du globe (4344 mètres d'altitude, Pentland), se montre le massif trachytique du Chipicani (5760 mètres), dont les contre-forts sont formés de conglomérats trachytiques ou ponceux, horizontaux, renfermant une grande quantité de cristaux de quartz bien déterminés, et qui, dans la fente profonde du Rio-Maure, paraissent alterner avec des porphyres

(1) Voyez, pour d'autres considérations à ce sujet, *antè*, vol. I, p. 559.

(2) *Amer. Journ.*, avril 1844. — *Bibl. univ. de Genève*, vol. LV, p. 375. 1845.

(3) *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III. 1842.

(4) *Descript. phys. des îles Canaries*, trad. française par C. Boulanger, p. 477; in-8°. Paris, 1836.

(5) *Nouv. ann. des voyages*, 3e sér., vol. IV, p. 166.

(6) *Ibid.*, p. 21.

basaltiques violacés. La chaîne du Delinguil qui borde le plateau à l'E. est aussi formée de ces porphyres violacés, souvent décomposés. Les montagnes du plateau occidental sont dirigées du N.-O. au S.-E., comme la Cordillère, et celles de la crête orientale ont la même direction. Quant au conglomérat ponceux qui circonscrit partout leur base en formant le sol du plateau, il s'étend du 16ᵉ au 19ᵉ degré de latitude, et sans doute plus loin encore.

(P. 115.) Les efflorescences salines s'observent à la surface du sol trachytique ou ponceux. M. d'Orbigny pense aussi avec M. Meyen, et contrairement à l'opinion exprimée par M. Pentland (1), qu'il n'y a aucun volcan en activité dans toute cette partie des Andes, et que le seul qui existe dans la Bolivie est celui de Carangu ; mais, sans entrer dans cette discussion, nous renverrons le lecteur à ce que M. L. de Buch (2) a écrit à ce sujet, d'après d'autres voyageurs.

La ville d'Oruro est adossée à une montagne de trachyte gris, très poreux, souvent décomposé, très remarquable par la présence de filons argentifères, d'étain, de plomb et de fer oxydé ou sulfuré. Ces mines, qui ont rivalisé longtemps avec celles de Potosi, sont abandonnées aujourd'hui, à l'exception du filon d'étain du sommet de la montagne, filon très riche, composé de sulfure d'étain presque pur, et souvent cristallisé. Ces trachytes paraissent s'être fait jour à travers les phyllades.

D'Oruro à Potosi, l'auteur signale particulièrement dans les grès dévoniens une dislocation qui se prolonge au N.-O. et au S.-E. de Condor-Apachta, sur plus de 25 lieues, dans la direction générale des autres lignes du plateau bolivien. Au nord et au sud de ce point, la fracture a mis à découvert les couches siluriennes, et les roches trachytiques ont traversé les schistes de cette formation, ou bien ont rempli une fente préexistante. Tout le contre-fort nord-ouest de la montagne de Potosi est également trachytique. En résumé, on peut reconnaître que les trachytes durs ou friables et micacés paraissent dans le voisinage d'Achacaché, à l'extrémité septentrionale du plateau bolivien, formant des mamelons sur le faîte de la chaîne orientale près de Calamarca et de Sicasica, et d'autres de formes plus allongées à Oruro ainsi qu'à Uallapata ; ils constituent au milieu du plateau de

(1) *Loc. cit.*, p. 21.
(2) *Loc. cit.*, p. 177.

petites chaînes parallèles à la direction de la Cordillère, puis au sud ils sortent de dessous les roches de sédiment pour constituer un vaste massif qui occupe toute l'extrémité sud-est du plateau. D'autres produits trachytiques, sous forme de conglomérats ponceux, avec des ponces et des cristaux de quartz, s'étendent en une large bande, au pied des derniers contre-forts du plateau occidental; ils sont en couches horizontales et paraissent être le résultat de déjections stratifiées plus tard. Quant à la composition minéralogique et chimique de ces roches désignées par M. Alc. d'Orbigny sous le nom de trachytes, il est probable qu'un certain nombre d'entre elles sont des andésites, et l'on peut regretter qu'elles n'aient pas été étudiées plus en détail sous ce rapport.

Plus récemment, dans sa *Note sur les altitudes des montagnes de la Bolivie, et sur les systèmes de dislocations qu'on y observe* (1), M. A. Pissis a cherché à démontrer, que le dernier soulèvement du pays avait eu lieu dans le sens du méridien, et que c'est à lui que se rattachent les volcans modernes de la Cordillère occidentale. Dans la chaîne orientale, il y a des fractures parallèles à cette direction, et les trachytes quartzifères, ainsi que les dépôts lacustres du plateau de la Bolivie, sont encore accidentés de la même manière. Entre ce soulèvement et celui qui a redressé les Andes orientales, il se produisit un autre mouvement du sol en rapport avec l'apparition des trachytes quartzifères, et les conglomérats ponceux sont antérieurs aux dépôts avec Paludines. Des fractures plus anciennes sont dirigées au N.-E., et d'autres au N.-N.-O. Les unes, qui ont précédé les couches à Trilobites, se montrent dans la région du gneiss et des schistes talqueux; les autres séparent les diverses chaînes formées par le terrain de transition. On peut les observer d'Oruro à Potosi, vers l'extrémité méridionale du plateau. Les roches sédimentaires, rapportées au lias par plusieurs voyageurs, sont adossées à ces chaînes autour desquelles elles forment une ceinture à l'E. au S., et à l'O.

Chili. Nous ajouterons à ce que nous avons dit sur les roches ignées des Andes du Chili (*antè*, vol. I, p. 562), que les trachytes se voient rarement sur les flancs de la chaîne, tandis que vers le centre, d'après M. Gay (2), ils couronnent quelques sommités. Le rôle principal dans le soulèvement doit être attribué aux diorites et aux

---

(1) *Compt. rend.*, vol. XXIX, p. 11. 1849.
(2) *Ib.*, vol. IV, p. 916. 1836.

phonolites associés à la syénite, qui composent presque entièrement la chaîne, mais que nous verrons appartenir à une époque plus ancienne que celle dont nous nous occupons en ce moment. Cette position circonscrite des trachytes du Chili serait d'ailleurs en rapport avec ce que MM. de Humboldt et Boussingault ont observé au Pérou et dans la Nouvelle-Grenade.

Ce que nous avons rapporté (*antè*, vol. I, p. 562) du volcan d'Antuco, si bien décrit par M. E. Pœpping, nous dispense de parler de la relation qu'a donnée récemment M. J. Domeyko (1) de son excursion à la même montagne, relation qui ne nous paraît avoir ajouté rien d'essentiel aux recherches du savant voyageur allemand.

Les rapports qu'a constatés M. Ch. Darwin entre les immenses nappes basaltiques du bassin supérieur de la rivière de Santa-Cruz et les dépôts sédimentaires du même pays, nous ont engagé à décrire en même temps ces deux sortes de roches (*antè*, vol. II, p. 1066); nous ne pouvons donc qu'y renvoyer le lecteur, ayant exposé les principaux caractères de cette disposition si remarquable par son étendue et par sa régularité. Les nappes trappéennes de la presqu'île occidentale de l'Inde nous ont seules présenté une pareille uniformité; mais nous n'y avons pas trouvé comme dans la Patagonie ces vastes accumulations détritiques qui permettent d'assigner avec une certaine précision l'âge des produits ignés qui leur sont associés. Patagonie.

Au sud de la terre de Feu, l'île de l'Éléphant paraît être volcanique. L'île Déception, suivant le capitaine Wilkes (2), offre un ancien cratère, des eaux thermales et des eaux sulfureuses. Au mois de février 1842, toute la partie méridionale de l'île paraissait en feu, et l'on put compter treize bouches volcaniques en activité. Dans son *Essai d'une carte géologique du globe*, M. Boué indique encore des roches ignées ou volcaniques dans l'île du Roi-George, dans l'île Livingston et dans la terre de Graham, sous le cercle polaire antarctique. Nouveau Shetland du Sud.

(1) *Ann. des mines*, 4ᵉ sér., vol. XIV, p. 187, 1848, avec carte, coupes et vues. — *Recherches sur la géologie du Chili*, etc., *ib.*, vol. IX, p. 3-24, 365-488, 489-540. 1846.

(2) *Narrative of the United-States exploring expedition*, etc., vol. I, p. 143, 148; 5 vol. in-4° avec atlas. Philadelphie, 1844.

CHAPITRE XI.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'OCÉANIE ET DES TERRES AUSTRALES.

§ 1. Archipel des Sandwich.

Nous avons déjà exposé (*antè*, vol. I, p. 567) les nombreuses observations faites dans l'archipel des Sandwich, et particulièrement dans l'île d'Hawaï, où les phénomènes volcaniques sont si remarquables ; mais depuis lors les résultats importants des recherches de l'expédition américaine commandée par le capitaine Wilkes ayant été publiés, nous croyons devoir revenir sur ce sujet pour compléter notre aperçu de ces grands phénomènes, et quoique la partie essentiellement géologique de l'ouvrage ne nous soit pas encore parvenue.

L'île d'Hawaï, dit M. Dana (1), est de forme presque triangulaire, et toute sa surface est occupée par les pentes de trois puissantes montagnes volcaniques : le Mouna-Roa (2), élevé de 4183m,56, qui occupe sa partie méridionale ; le Mouna-Kaa, de 4240m,76, depuis longtemps éteint, et qui recouvre sa partie septentrionale ; le Mouna-Hararaï, de 3040 mètres d'altitude, placé vers les côtes occidentales (3). Le voyageur qui s'approche de l'île est frappé des contours mollement arrondis de ces sommités, de l'uniformité de leur surface et des pentes adoucies et sans aucun accident des flancs du Mouna-Roa et du Mouna-Kaa. La première de ces montagnes Ile d'Hawaï.

(1) *Historical account of the eruptions on Hawaï.* Relation historique des éruptions de l'île d'Hawaï (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. IX, p. 247, 1850. — *Geological report of the expedition of exploration*, etc., 1840). Ouvrage que nous n'avons pas encore pu consulter.

(2) Nous conservons l'orthographe des noms de lieux, employée précédemment, et qui diffère de celle adoptée par l'auteur, par la substitution de l'*r* à l'*l*.

(3) Ces altitudes, que nous supposons avoir été exprimées, par les auteurs, en pieds anglais, et que nous avons réduites, comme partout, en mètres, sont toutes plus faibles que celles que nous avons données (*antè*, vol. I, p. 568). Comme l'avait dit M. Douglas, le Mouna-Kaa se trouve plus élevé que le Mouna-Roa.

est un dôme aplati ; la seconde, qui n'a que 57 mètres de plus, en diffère seulement par son sommet un peu pointu. Ainsi les montagnes d'Hawaï ne forment point de chaîne, mais constituent trois dômes isolés ou cônes surbaissés, réunis à leur base par les courants de lave sortis de chacun d'eux.

La pente moyenne des talus du Mouna-Kaa est de 7° 46′ ; la pente méridionale du Mouna-Roa est de 7° 33′, et celle de l'ouest est de 5° 28′. Au Kirauea, situé sur la pente sud-est du Mouna-Roa, à 1206^{m},84 au-dessus de la mer et à une distance de 19 milles de l'axe de la montagne, la pente est de 6° 42′, ce qui donne pour le grand dôme une moyenne de 6° 30′. Du Kirauea à la mer, l'inclinaison n'est que de 1° 28′. Le diamètre de la base du dôme est de 45 milles 3/4, mais les pentes s'affaiblissent encore bien au delà, et l'on peut estimer que l'action volcanique du Mouna-Roa s'est étendue sur un espace d'environ 70 milles, représentant ainsi toute la largeur de l'île de l'E. à l'O.

Les deux cratères du Mouna-Roa sont encore en activité. Celui du sommet, appelé *Moku-a-Weo-Weo*, a 3952 mètres de long sur 2432 de large. Sa profondeur est de 240 mètres, au pied de l'escarpement occidental, dont la crête atteint 4183^{m},56. La crête ou bord opposé a 100 mètres de moins (1). Le cratère de Kirauea, le plus célèbre par ses phénomènes, n'est marqué par aucune éminence conique, et les talus de la montagne, dans la portion qu'il occupe, diffèrent à peine de l'aspect d'une plaine unie. Comme le précédent, il constitue une cavité dont les parois verticales sont formées de roches basaltiques ou de laves en nappes horizontales. Lorsqu'on s'approche du volcan, on ne voit d'abord que quelques faibles nuages de vapeur s'élevant des fentes qui bordent le chemin, mais bientôt on arrive sur le bord d'un cirque immense de 7 milles 1/2 de circonférence, et le regard plonge dans un précipice de 198 mètres

(1) Voyez pour plus de détails : *Narrative of the United-States exploring expedition*, etc. Relation de l'expédition d'exploration des Etats-Unis pendant les années 1838 à 1842, par le capitaine Ch. Wilkes ; 5 vol. in-4° avec atlas. Philadelphie, 1844. — *Ib.*, vol. IV, p. 107, relation d'une excursion au Mouna-Kaa et au Mouna-Roa. P. 118, plan du cratère de Moku-a-Weo-Weo. Le chap. IV est entièrement consacré à une description du Mouna-Roa et du volcan de Kirauea, dont une vue est donnée p. 134, et un plan p. 176. Dans l'atlas se trouve une carte topographique de la partie sud-est d'Hawaï.

de profondeur. Une plaine étroite de lave endurcie se déroule comme une vaste galerie sur le pourtour intérieur du cratère, et c'est à 100 mètres au-dessous que se trouve le fond du volcan, formant une plaine de plus de 2 milles de long.

La forme générale du cratère est ovale-oblongue. Son grand diamètre, dirigé N.-E., S.-O., est de 4864 mètres, et sa largeur moyenne de 2280 mètres. Sa surface totale occupe environ 4 milles carrés. La première éruption de Kiranea dont on connaisse la date certaine est celle de 1789. En 1823, il y en eut une très considérable, mais depuis lors, jusqu'en 1825, il ne s'y produisit plus de changements notables. En 1829, M. C.-S. Stewart constata que la cavité inférieure, au lieu de 120 à 150 mètres de profondeur, n'en avait plus que 60. Le volcan était cependant plus calme qu'en 1825, quoique présentant encore plusieurs lacs de lave bouillante et quelques cônes dans une grande activité. Au mois de septembre 1832, M. J. Goodrich reconnut que des éruptions considérables avaient eu lieu, et l'aspect du cratère était complétement changé. La lave, qui d'abord s'était élevée de manière à remplir toute la cavité inférieure, et même avait dépassé de 15 mètres les bords de la galerie circulaire, ayant ainsi une épaisseur d'au moins 120 mètres, s'était enfoncée dans l'intérieur du volcan, presque à la même profondeur que précédemment, en laissant comme à l'ordinaire une vaste chaudière de lave bouillonnante à son extrémité méridionale.

En 1834, M. Douglas avait assigné au cratère une profondeur totale de 300 mètres, et, en 1838, MM. Chase et Parker reconnurent que le fond s'était de nouveau relevé jusqu'à la corniche circulaire. Il y avait alors six lacs de lave bouillante et vingt-six cônes de 10 à 30 mètres de hauteur, dont huit rejetaient des cendres et des laves rouges. M. de Strzelecki dans la même année, et M. Shepherd en 1839, observèrent le cratère dans toute son activité. Mais peu après le centre de cette surface tuméfiée s'affaissa de nouveau de 100 à 120 mètres, le fond redevint calme, et sa surface noire ne présentait plus que deux petits lacs de lave bouillonnante, seuls témoins de l'activité permanente de l'intérieur du volcan. C'est dans cet état que le virent les naturalistes de l'expédition scientifique du capitaine Wilkes. Pendant l'éruption qui avait précédé leur arrivée, et dont nous avons signalé, d'après M. Couthouy, quelques-uns des effets les plus remarquables (*antè*, vol. I, p. 570), le volcan n'avait pas rejeté moins de 6 milliards 23 millions de pieds cubes de lave. Celle-ci mit 36 heures pour atteindre la mer, s'avançant

avec une vitesse d'environ 120 mètres par heure. Une autre évaluation de la quantité des laves émises dans cette circonstance la porte à 15 milliards 400 millions de pieds cubes, volume qui représenterait un prisme montagneux triangulaire de 240 mètres de haut sur 2 milles de long et 1 mille de large à la base.

La lave renferme quelquefois jusqu'à la moitié de son volume de chrysolite, substance qui s'y trouve en grains de un quart à un pouce d'épaisseur. Le sable de la plage produit par l'éruption précédente est principalement composé de grains de chrysolite et de grains de lave triturée. La lave que l'on trouve dans le cratère, antérieure à cette même éruption, ou plus récente, ne renferme point de chrysolite.

Depuis ce moment, le cratère a commencé à se remplir graduellement. Au mois de juillet 1844, M. Coan vit le grand lac déborder de chaque côté et s'étendre comme une mer de feu, qui, remplissant toute la partie méridionale du cratère, couvrit la banquette ou plaine circulaire. Deux fentes profondes s'ouvrirent sous celle-ci et furent aussitôt remplies par de la lave qui s'y précipitait en formant des cascades de feu de 15 à 20 mètres de hauteur. Le 25 juin 1846, l'activité du volcan redoubla et les flots de lave accumulée depuis 1840 avaient relevé le fond du cratère de 120 à 150 mètres, tellement que, par places, elle dépassait la banquette de 30 à 45 mètres. Au printemps de 1849, le cratère, quoique fort élevé, paraissait plus calme qu'il ne l'est ordinairement dans cet état. Les laves avaient baissé dans le grand lac, comme si l'intensité des actions volcaniques se fût affaiblie.

Les trois dernières éruptions du Kirauea ont eu lieu dans un laps de dix-neuf ans ou à des intervalles de huit à neuf ans. De 1789 à 1823, il y eut une période de repos relatif. Si on le compare aux autres volcans, on remarquera que celui-ci ne rejette point de cendres, que l'ébullition de la lave y est libre et en quelque sorte permanente, sur un point ou sur un autre, et que cette lave est d'une extrême fluidité au lieu d'être plus ou moins visqueuse. Les jets de lave du grand lac de Kirauea n'ont que 20 mètres de hauteur, tandis que ceux du Vésuve ou de l'Etna, pendant une éruption, peuvent en avoir 3000, la nappe de matières fondues étant à une grande profondeur au-dessous de l'orifice. Quoique cette dernière différence ne soit pas absolument en raison directe de la fluidité relative de la lave, on peut néanmoins admettre qu'elle en est une conséquence.

L'île Mavi, située au nord d'Hawaï, en est séparée par un bras de mer de 30 milles de large (1). Sa partie orientale est formée par une montagne volcanique qui s'élève presque perpendiculairement de la mer jusqu'à la hauteur de 1865 mètres, et sa partie occidentale par un ensemble de pics et de chaînes que séparent de profondes vallées. Le cratère de la montagne de l'est, appelé Haleakala (maison du Soleil), est une gorge profonde, ouverte au N. et à l'E., et formant une sorte de coude. Le fond de cette cavité est à 845^{m},55 au-dessous du sommet du pic le plus élevé, et à 635^{m},55 au-dessous de la crête qui couronne la muraille du pourtour. L'intérieur du cratère est entièrement dépourvu de végétation; on y observe quelques hautes collines de scories et de sable parfois d'une teinte rouge ocracée au sommet, avec un petit cratère au centre. Tout prouve dans cette enceinte l'existence d'actions volcaniques puissantes, mais aucune tradition n'a conservé le souvenir d'une éruption. Ile Mavi (Maui).

La roche du sommet offre, comme celle de dessous, des cavités irrégulières et renferme des grains de chrysolite et d'amphibole. Par places, elle est compacte et prend l'apparence d'une argilite ou d'un schiste argileux. Le sol du cratère, dans la partie septentrionale due à une énorme brisure de la montagne, est extrêmement rugueux et inégal; à son origine, sa largeur est de 2 milles. On remarque dans les ravins beaucoup de roches argileuses compactes, semblables à celles du Mouna-Kaa, et retenant aussi des flaques d'eau. La descente au fond du cratère est d'environ une heure de marche, quoique la hauteur perpendiculaire ne soit que de 608 mètres. La distance du centre à chaque extrémité des branches est de 5 milles. La branche ou vallée orientale est occupée par une série de collines de scories, qui ont de 15 à 180 mètres de hauteur, et sous lesquelles on peut observer un courant de lave presque horizontal, tant son épanchement a dû être lent. L'ouverture de cette dépression se dirige un peu au S.-E., puis descend rapidement vers la côte. Sur son fond, il y a des lits de gravier dans lesquels on trouve des fragments de carbonate de chaux, des cristaux isolés ressemblant à du pyroxène, mais on n'y rencontre pas de chrysolite.

Du point culminant de la montagne, qui se trouve au sommet de

(1) Ch. Wilkes, *Narrative of the United-States*, etc., vol. IV, p. 252.

l'angle que forment les deux branches du cratère, et qui atteint 1865 mètres d'altitude, le regard embrasse toute la cavité, et l'on peut juger de la direction qu'ont pris les courants de lave au N. et à l'E. Sur la pente sud-ouest, des collines de scories qui se prolongent jusqu'au pied de la montagne indiquent que de ce côté les actions ignées se sont aussi manifestées. Un courant de lave de l'aspect le plus récent prouve qu'une éruption y a eu lieu à une époque très peu éloignée. Les collines de scories du sommet de la montagne ressemblent à celles du Mouna-Kaa, mais la montagne elle-même diffère complétement des deux volcans d'Hawaï; elle est infiniment moins considérable, et l'on n'y trouve point de pumites ni de verres volcaniques.

§ 2. Polynésie méridionale.

Ile de Taïti. Nous avons parlé de l'île de Taïti (Tahiti ou Otaheite), à cause de ses récifs de polypiers (*antè*, vol. I, p. 370) et de ses dépôts coquilliers (*antè*, vol. II, p. 1083); il nous reste à traiter plus particulièrement de ses roches ignées, de beaucoup les plus importantes. M. Ch. Darwin (1), qui n'avait visité que sa partie nord-ouest, pensait que cette île devait être fort petite dans l'origine, et que le long de ses flancs se sont accumulés sous l'eau des courants de lave et des couches sédimentaires, de manière à lui donner une forme générale conique. Elle aurait été soulevée plus plus tard et sillonnée par de nombreux ravins, divergeant d'un centre commun, et dans les escarpements desquels on peut observer la série des assises volcaniques qui composent le massif principal.

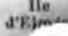
Les recherches de l'expédition scientifique américaine du capitaine Wilkes (2), qui ayant fait un assez long séjour à Taïti en a dressé une bonne carte et publié une description assez détaillée, nous permettront d'ajouter quelques données aux précédentes. Cette île, comme on vient de le dire, est d'origine volcanique, mais il ne s'y

(1) *Journ. and Remarks*, etc., p. 483; in-8°. Londres, 1839. — *Geological observations on the volcanic islands*, p. 25, in-8°: Londres, 1844.

(2) *Narrative of the United-States exploring expedition*, etc. Relation de l'expédition d'exploration des Etats-Unis pendant les années 1838-1842, vol. II, p. 5 et suivantes. Philadelphie, 1844.

manifeste aujourd'hui aucune action ignée, et l'on n'y aperçoit point de cratère bien prononcé, à moins que le lac de Waiherea ne puisse être considéré comme un ancien centre d'éruption. Elle est entourée de récifs de coraux, et des écueils de roches basaltiques se montrent çà et là au-dessus de l'eau dans le voisinage de la côte. Le mont Avrai s'élève à 2121 mètres au-dessus de la mer, et l'Orochena, qui est la plus haute sommité de l'île, paraît atteindre 2584 mètres. De ces deux points culminants les chaînes divergent dans toutes les directions vers le littoral. Elles sont étroites, à pentes rapides, et leur ligne de faîte forme une crête tellement tranchante, qu'il est dangereux et souvent même impossible de la parcourir.

(P. 49.) Les roches sont des basaltes compactes ou des conglomérats basaltiques et des tufs. L'olivine et le pyroxène sont fréquemment disséminés dans la pâte. On trouve par places de la lave celluleuse, mais il n'y a ni pumite, ni obsidienne, ni quartz, ni mica, ni carbonate de chaux. On ne remarque aucune analogie entre les roches du centre de l'île et celles qui sur beaucoup de points s'étendent jusqu'à plusieurs milles de la côte. Les premières sont ordinairement compactes et colonnaires, sans apparence de stratification ; les secondes au contraire sont des nappes horizontales de laves scoriacées et vésiculaires. Dans toutes on observe des contournements et des plissements bizarres très fréquents. Des dykes nombreux se voient non seulement dans les montagnes, mais encore près des côtes. Leur largeur varie de 1 à 2 mètres. Toutes les roches de l'île paraissent éprouver une décomposition rapide, et les détritus de cette altération, mélangés à ceux des plantes de ce climat tropical, produisent une terre végétale de la plus grande fécondité. Par places, les roches semblent avoir conservé leurs formes aigues pyramidales, ou en pinacles découpés à arêtes vives, mais elles n'en sont pas moins profondément altérées à l'intérieur, et il suffit de les toucher de la main pour les faire crouler.



(P. 59.) Eiméo, dont les récifs ne sont qu'à 10 milles de ceux de Taïti, vue de cette dernière île, offre un coup d'œil charmant et qui augmente d'intérêt à mesure qu'on en approche. Ses collines et ses montagnes pourraient être prises pour des créneaux, des pyramides et des tours s'élevant au-dessus les unes des autres, et leurs flancs sont çà et là recouverts d'un épais tapis de verdure. La surface d'Eiméo est encore plus accidentée et plus découpée que celle de Taïti; les pics sont plus isolés et ses sites sont plus sauvages

que ceux de cette dernière île, surtout le long des côtes où les montagnes s'élancent abruptement du sein de la mer jusqu'à 750 mètres au-dessus de son niveau. Elle est également entourée de récifs de coraux, et les sondages n'ont pas non plus atteint le fond en dehors de la barrière qu'ils forment. Partout les laves noires et celluleuses abondent à la surface du sol.

Iles Manua et Tutuila.

(P. 69.) L'île Manua, qui atteint la même élévation que la précédente, offre un dôme régulier qui s'élève d'abord au-dessus de l'Océan comme une muraille verticale de 100 à 125 mètres et ensuite avec des pentes assez douces. Elle paraît être composée d'un conglomérat volcanique, et de grands blocs de laves vésiculaires sont épars sur les récifs qui bordent le rivage. (P. 74.) L'île de Tutuila, dont les côtes sont profondément découpées, est d'apparence volcanique. Son point culminant atteint 708 mètres d'altitude. Les chaînes et les précipices de la partie élevée ressemblent à ceux de Taïti et souvent les roches basaltiques se présentent, à partir du rivage, sous la forme de murailles de 90 à 120 mètres. Plus haut, une riche végétation recouvre les pentes jusqu'au sommet des montagnes.

Ile d'Opolu.

(P. 92.) Opolu est à 36 milles de Tutuila; sa hauteur est moyenne, et ses pentes s'élèvent graduellement à partir de la plage. La chaîne située entre Siuma et Siusinga a 625 mètres de hauteur absolue. Le lac Lanto se trouve placé au centre d'un ancien cratère dont les bords, revêtus d'une végétation magnifique, sont à 778 mètres au-dessus de la mer. Son niveau est à 36 mètres au-dessous de ces mêmes bords, et sa profondeur est de 16^m,56. Il est presque circulaire et paraît avoir un canal souterrain. Le cône volcanique est plus surbaissé que la plupart de ceux qui ont la même origine, tel que le mont Tofua, le plus occidental de tous. Ces cônes sont situés sur la crête centrale de l'île. Le bord du cratère de Tofua est fort étroit; la muraille rocheuse qui le forme n'a que 3 mètres d'épaisseur et quelquefois beaucoup moins; sa circonférence est d'environ 2 milles et un quart, et son fond, à 110 mètres au-dessous de la crête, est occupé sur toute son étendue par des bois touffus. La pente intérieure est de 60°, et au pied du talus est une plaine unie, dont le sol, composé de cendres et de scories, favorise la croissance des arbres qui ont de 30 à 35 mètres de haut et sous lesquels s'étend un épais tapis de gazon. Le cratère est d'ailleurs complétement dépourvu d'eau permanente. La plupart des ruisseaux et des rivières de l'île ont une portion de leur cours souterrain.

Les roches d'Opolu sont principalement des variétés de laves basaltiques avec augite, feldspath, albite et chrysolite. Les grands courants ignés s'observent surtout dans sa partie méridionale. Ils paraissent avoir coulé vers la côte dans diverses directions, et, après que leur surface a été refroidie, la portion encore liquide de l'intérieur a continué à s'avancer, laissant derrière elle des espèces de tunnels naturels, très nombreux, qui servent aujourd'hui de canaux pour l'écoulement des eaux. L'un de ces tunnels est remarquable par son étendue; il a 290 mètres de long, sur une largeur moyenne de 15 mètres, et une hauteur de 2m50. A son extrémité se trouve une flaque d'eau. Ces courants de lave sont plus fréquents sur le côté méridional de l'île que sur son côté nord; ils y sont aussi plus étendus et atteignent jusqu'à 4 milles de long. Un grand nombre d'excavations ou de grottes se voient en outre au milieu des masses de lave; telle est celle de Sanga, dédiée à Moso, divinité du pays. Les cascades se rencontrent souvent dans les parties montagneuses; l'une d'elles a 228 mètres de hauteur, et toute l'eau est dissipée en vapeur avant d'atteindre le pied de l'escarpement. La région méridionale d'Opolu, comme celle de Taïti, offre une végétation beaucoup plus riche que sa partie nord, parce qu'elle reçoit plus d'humidité apportée par les vents dominants.

Apolima, située entre Opolu et Savaü, est une forteresse naturelle qui sert de refuge aux habitants des îles voisines, poursuivis par leurs ennemis. C'est le cratère d'un volcan éteint, et tout autour s'élèvent des falaises perpendiculaires, excepté en un point de la côte septentrionale, où le bord du cratère s'étant écroulé permet à la mer d'y entrer par un étroit canal qu'un seul bateau peut franchir à la fois. Le point le plus élevé de l'île n'est qu'à 141 mètres au-dessus de l'Océan. Ile d'Apolima.

(P. 118) Savaü, la plus orientale des îles Samoan, est aussi la plus grande du groupe. Ses côtes sont basses, et le sol s'élève graduellement jusque vers sa partie centrale, excepté sur les points où la régularité de la pente est interrompue par quelques cratères éteints. Vers le milieu de l'île, une montagne, presque toujours enveloppée de nuages, paraît dépasser 1200 mètres d'altitude. Sa surface est principalement composée de laves poreuses (1). Ile Savaü.

---

(1) Voyez aussi D. Williams, *New volcano at Amargura*... Nouveau volcan à Amargura, île de l'océan pacifique (*The Athenæum*, 8 janvier 1848. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. V, p. 122. 1848).

Archipel Feejee.

Dans le groupe des îles Lakemba et Savu-Savu, beaucoup sont basaltiques et entourées d'un récif de coraux (1). Le seul point des îles Feejees, où il y ait encore une apparence de phénomène igné, est Savu-Savu; mais plusieurs autres offrent des restes de cratère, comme à l'extrémité occidentale de Kantavu. On en observe à Nairai, à Garo et dans les îles Ringgold. Les points culminants sont ordinairement des cônes ou des aiguilles basaltiques dont quelques unes s'élèvent à plusieurs centaines de mètres. Mais aucun courant de lave n'a été observé, et l'on pourrait en conclure que la date de la formation de ces îles est plus ancienne que celle des autres groupes ignés de la Polynésie. Des conglomérats volcaniques, des tufas, des basaltes scoriacés, compactes, de toutes les variétés de texture et de couleur, comme dans tous les états de décomposition, produisent un sol d'une admirable fécondité. La végétation la plus riche recouvre toutes les sommités et toutes les pentes des montagnes, et cette magnifique exubérance de la vie végétale donne aux îles de cet archipel un aspect enchanteur qu'on ne retrouve peut-être au même degré sur aucun autre point du globe.

§ 3. **Australie et îles voisines.**

Iles Norfolk et Phillip.

Les îles Norfolk et Phillip, situées au nord-ouest du cap Otou (Nouvelle-Zélande), sont des masses porphyriques qui atteignent, suivant M. Maconochie (2), jusqu'à 320 mètres d'altitude. Les îles Bird sont aussi des rochers de porphyre, épars le long de la côte septentrionale de l'île Norfolk (*antè*, vol. II, p. 1086).

Nouvelle-Zélande.

Les phénomènes volcaniques actuels des îles de la Nouvelle-Zélande, observés par M. Dieffenbach et par d'autres voyageurs (*antè*, vol. I, p. 575), sont sans doute plus ou moins en rapport avec des produits ignés antérieurs, mais ici, comme dans la plupart des archipels visités rapidement, les relations des naturalistes n'établissent aucune distinction entre les roches volcaniques de diverses périodes; aussi nous arrive-t-il souvent, dans cette dernière partie de notre travail, de parler en même temps des phénomènes ignés anciens et modernes, et de revenir quelquefois sur ces derniers qui nous avaient déjà occupé. Nous avons d'ailleurs peu de chose à ajouter à ce que nous avons dit sur ces îles.

---

(1) *Loc. cit.*, vol. III, p. 184 et 340.
(2) *Rep. 14th Meet. brit. Assoc. at York*, 1844, p. 57 des *Notices*. — *L'Institut*, 24 novembre 1844.

Les nombreux îlots qui s'élèvent çà et là, dans la baie des Iles située sur la côte nord-est d'Ikana-Mawi, sont tous basaltiques. La roche est compacte, argileuse, peu ou point stratifiée, et presque partout recouverte d'un lit d'argile tenace, de 0m,60 à 1 mètre d'épaisseur et résultant de sa décomposition. Les collines qui entourent la baie ont en général de 90 à 150 mètres d'élévation ; quelques unes atteignent 300 mètres. Tous les environs sont d'origine volcanique comme la portion septentrionale de l'île, et, de plus, les roches sédimentaires ont été altérées par l'action de la chaleur.

En traversant l'île, de Port-Nicholson à Taarangua, M. Williams (1) rencontra partout des produits volcaniques, et le seul volcan en activité se trouvait sur une petite île de la baie de Plenty, sur la côte orientale. Après avoir décrit la source thermale de Taiaimi, le même voyageur signale, à 12 ou 15 milles à l'ouest de la baie des Iles, plusieurs cratères éteints, élevés d'environ 150 mètres au-dessus de la plaine. Celui qu'on appelle Poerua se fait remarquer par la régularité de son cône, lorsqu'on le voit du côté de l'est, mais sur la pente opposée il est coupé par une gorge profonde. L'intérieur est occupé par une épaisse forêt et d'énormes blocs de lave, tandis que les talus extérieurs ne sont recouverts que de petites fougères. Son diamètre est d'environ un demi-mille, et les laves ne se sont pas étendues à une grande distance de sa base. Le Te-Ahooahoo est le cône volcanique le plus élevé de toute cette partie de l'île septentrionale de la Nouvelle-Zélande.

Iles Chatham.

Le petit groupe des îles Chatham, placé à l'est du détroit de Cook, présente des montagnes d'origine volcanique d'à peine 250 mètres d'altitude. On y voit aussi des conglomérats, des grès verts avec des coquilles brisées, des brèches calcaires, etc., et plusieurs de ces dépôts sédimentaires sont antérieurs à l'épanchement des roches pyrogènes (2).

Iles Auckland et Campbell.

Les îles Auckland et Campbell, qui se trouvent à 100 milles au sud de la Nouvelle-Zélande, sont couvertes de bois, et composées, d'après M. M'Cormink (3), de basalte et de diorite, souvent colonnaires.

(1) *Narrative of the United States*, etc. Relation de l'expédition du capitaine Wilkes, vol. II, p. 393.

(2) E. Dieffenbach, *Mining Journ.*, n° 340, p. 90 et n° 374. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 391. — *Travels in new Zealand with contributions to the geography, geology, botany and nat. hist.*, 2 vol. 8°. Londres, 1843. — *Taschenbuch geograph.* pour 1845. Prague, 1845, p. 133.

(3) *The Tasmanian Journ.*, vol. I, p. 241. 1842. — Hooke, partie

Ces colonnades, de 30 mètres de hauteur, dit sir James Ross (1), entourent un profond bassin circulaire; au promontoire Deas-Head, elles ont jusqu'à 100 mètres de haut, et agissent fortement sur l'aiguille aimantée; le Puki-Nui est une montagne volcanique de 377 mètres d'altitude, et dans le voisinage de laquelle sont de petits lacs où sourdent des eaux chaudes sulfureuses, à 195 mètres au-dessus de la mer. Sur beaucoup de points, les îles Auckland semblent avoir été soulevées spontanément du fond des eaux (2). Les falaises qui bordent la principale d'entre elles ont de 15 à 25 mètres de haut et sont formées de basalte. Il en est de même des petites îles voisines, et l'aspect général des terres ressemble à celui de la région du cap Horn.

Dans la partie orientale et montagneuse du continent australien, celle qui a été le mieux étudiée, sous le rapport de sa constitution géologique, la position relative des roches ignées, désignées par M. W.-B. Clark (3) sous les noms de basaltes, de diorites et de trachytes, le long du cours du Wollondilly, non loin de Port-Jackson, n'a point été déterminée; nous n'avons donc aucune certitude de leur âge, et il en est de même d'autres renseignements semblables donnés par ce voyageur. Dans le territoire d'Arthursleigh, continue-t-il, sur la rive droite du Wollondilly, des dykes de calcaire et de marbre se trouvent au contact d'une syénite grise à gros grain. L'un de ces dykes, de 40 mètres de large, est dirigé S. 22° E. et incline de 50° au S.-O. Il est composé d'alternats de quartz et de marbre gris et blanc, cristallin. Le quartz est plissé et replié en formant des zigzag, et dans deux autres dykes les deux substances sont intimement liées. Près de la rivière Page, des veines de marbre coupent un trapp lavique, et à 16 milles au nord d'Arthursleigh un magnifique souterrain est percé dans un marbre blanc, cristallin, entouré de roches basaltiques. A 40 milles au sud de Bathurst, un semblable tunnel, de 250 mètres de long sur 25 de haut, passe aussi

---

botanique du voyage de l'*Erebus* et du *Terror*. — *L'Institut*, 26 mars 1845, p. 120.

(1) *Voyage of Discovery and Research*, etc. Voyage de découvertes et de recherches dans les mers du sud et antarctiques pendant les années 1839-1843. — 2 vol. in-8° avec cartes. Londres, 1844. — *Amer. Journ.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 313. 1849.

(2) Ch. Wilkes, *loc. cit.*, vol. II, p. 372.

(3) *On the Dykes*, etc. Sur les dykes de marbre et de quartz en relation avec les roches plutoniques sur les bords du Wollondilly supérieur dans le comté d'Argyle.

à travers une masse de marbre blanc. Cette association de roches d'origine volcanique avec des calcaires et des veines de quartz est un fait très remarquable sur lequel l'auteur insiste avec toute raison.

Les roches appelées basalte, trachyte et conglomérat trachytique, par M. de Strzelecki (1), qui n'admet pas de distinction réelle entre les basaltes et les trachytes de diverses époques, ont surgi pendant et immédiatement après les dépôts houillers de la Nouvelle-Galles du Sud, et par conséquent ne doivent pas trouver place ici. Il en est peut-être de même des basaltes avec olivine, signalés par M. T.-L. Mitchell (2), formant des collines autour des roches carbonifères, des trapps indiqués au nord de la vallée de l'Hunter, d'autres trapps situés au delà de la rivière Peel et des porphyres feldspathiques et quartzifères du même pays, que l'on rencontre lorsqu'on a passé la chaîne de Liverpool, laquelle sépare la colonie anglaise des régions de l'ouest encore inexplorées. La chaîne de Nundawar, qui court de l'E. à l'O. par 30° lat. S. est composée de conglomérats bruns, de trapps, d'amygdaloïdes, de roches feldspathiques, dont l'âge est aussi peu connu que celui des roches qui forment les collines observées par le même voyageur le long du cours de l Nammoy.

Dans son voyage de 1846, dirigé de Brisbane vers le golfe de Carpentarie, M. Leichardt (3) a rencontré pour la première fois du basalte vers le 20° latitude, dans le pays voisin des Burdekin. Au delà se montrent le granite, la syénite, la pegmatite et l'amphibolite. Dans des montagnes de 600 à 850 mètres de hauteur, de même que vers le fond des vallées qu'il parcourut ensuite, il signale à chaque pas des traces d'anciennes éruptions volcaniques et des conglomérats de toutes les substances d'origine ignée.

---

(1) *Physical description of New South Wales*, p. 122, 130. in-8° avec carte. Londres, 1845.

(2) *Three expedition*, etc. Trois expéditions dans l'intérieur de l'Australie orientale, p. 22. 2 vol. avec planches. Londres, 1838. — Cet ouvrage renferme beaucoup de faits intéressants, mais peu susceptibles d'analyse. Voyez aussi C. E. Meinicke Prenzlau, Résumé de la géologie de l'Australie (*Das Festland australien e geographische Monographie*, vol. I, chap. 4, in-8° 1847. — Ch. Wilkes, *Narrative of the United-States exploring expedition*, etc., vol. II, p. 179. 1844.

(3) *Soc. r. Geogr. de Londres*, vol. XVI. — *Bull. soc. géogr. de Paris*, 3e sér., vol. VII, p. 225. 1847.

Terre de Van Diemen.

Les voyageurs qui ont mentionné les roches pyrogènes de la terre de Van Diemen ne sont pas plus explicites sur leurs caractères minéralogiques et sur leur âge que ceux dont nous venons de parler. Ainsi, M. J.-B. Jukes (1), en décrivant la partie sud-est de cette île, parle de masses dioritiques puissantes dans le voisinage des couches paléozoïques, mais sans rien préciser sur leurs relations réciproques; il semblerait seulement que des éruptions de ces roches ignées se sont produites avant et après les dépôts de transition. A 10 milles au-dessus de New-Norfolk, un grand massif de roches pyrogènes paraît s'être épanché à l'air libre et avoir enveloppé des arbres qui seraient encore aujourd'hui dans leur position première, à la place même où ils ont végété. Mais aucun détail ne permet de décider s'ils diffèrent de ceux que l'on trouve répandus aussi à la surface des couches carbonifères de la Nouvelle-Galles du Sud. On a vu néanmoins (*antè*, vol. II, p. 1085) que des éruptions trappéennes avaient eu lieu, au moins pendant l'époque tertiaire, et peut-être après, puisque les petits lambeaux tertiaires des environs d'Hobart-Town ont été dérangés par les trapps. Dans la vallée du Drewent, les blocs de basalte sont nombreux et se présentent sous la forme de colonnes aplaties ou cylindriques, avec des cailloux et des blocs sphéroïdaux de diorite; ces blocs sont adossés à un escarpement de roches carbonifères (2). Le basalte de Rose-Garland contient des bois fossilisés, probablement silicifiés lors de l'éruption des roches ignées, tandis qu'ailleurs des bois non silicifiés ont été consumés et ont laissé des moules et des empreintes, comme on a pu l'observer à Hawaï lors de l'éruption de 1840. Dans quelques cas les vides laissés par les bois brûlés ont été remplis par la matière d'une seconde éruption qui les a ainsi moulés.

Ile Saint-Paul.

Si nous continuons à nous avancer vers l'O., nous trouverons, à peu près à la même latitude, l'île volcanique de Saint-Paul, sur laquelle nous avons donné quelques détails (*antè*, vol. I, p. 574), et dont la connaissance a été complétée par la carte topographique et les vues qu'en a publiées le capitaine Blackwood, et que M. Ch. Lyell a reproduites récemment dans son *Mémoire sur les cratères de dénudation* (3). Le savant géologue anglais a fait ressortir l'analogie

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 14, p. 241. 1847.

(2) James C. Ross, *Voyage of Discovery*, etc. 2 vol. in-8° Londres, 1847. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VII, p. 213. 1849.

(3) *Quart. Journal geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 221. 1849-1850.

remarquable que cette île présente dans sa forme avec le groupe de Santorin, et lui a appliqué des considérations analogues sur les causes présumées de son état actuel.

L'extrémité septentrionale de l'île de Kerguelen est entièrement d'origine volcanique. M. M'Corminck (1) y signale des masses puissantes de trapp et de basalte stratiforme ou prismatique, passant au diorite ou porphyre et à des amygdaloïdes. Les montagnes ont de 150 à 760 mètres d'élévation et courent du S.-O. au N.-E. Les zéolithes sont très répandues dans ces roches, et partout on y rencontre du lignite ou des bois fossiles. Christmas-Harbour est entouré de ces mêmes roches avec des bois silicifiés et des troncs d'arbres qui ont plusieurs mètres de circonférence. Dans la petite baie d'Arched-Point, un lit de charbon de 1m,15 d'épaisseur sur 12 de longueur se montre à 10 mètres au-dessus de la mer et recouvert par une masse basaltique de 150 mètres de puissance. Île de Kerguelen.

Au cap Français, on remarque une montagne de 265 mètres de hauteur, et dont le sommet cratériforme est occupé par un lac que bordent des prismes basaltiques. Les côtes de la baie de Cumberland sont également formées par des gradins de basalte. Au fond de cette même baie, une montagne volcanique porte à son sommet, comme la précédente, un petit lac de 200 mètres de long sur 150 de large. Sur beaucoup d'autres points, on rencontre des bois silicifiés ou des lignites enveloppés dans des produits volcaniques. Quelquefois le charbon noir et brillant, semblable au *cannel coal*, a pu être employé pour le service des navires. Aujourd'hui l'île de Kerguelen est complétement dépourvue d'arbres et même d'arbrisseaux, malgré les forêts dont elle fut autrefois couverte.

Les côtes des îles du Prince-Édouard, situées encore plus à l'O., sont des falaises à pic incessamment battues par les vagues de l'immense Océan qui les entoure, et les roches volcaniques dont elles sont composées se détruisent chaque jour. Dans l'intérieur, de hautes montagnes sont en partie couvertes de neige (2). Les îles Crozet présentent à leur surface des masses montagneuses de roches ignées, Îles du Prince-Édouard et îles Crozet.

(1) *The Tasmanian Journ.*, vol. I, p. 27. 1841. — *The næum*, 5 juin 1841. — James C. Ross, *Voyage of Discove Research*, etc. Voyage de découvertes et de recherches d mers du sud et antarctiques pendant les années 1839-184 2 vol. in-8°. Londres, 1847. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vo p. 213. 1849.

(2) James C. Ross, *loc. cit.*

couronnées par des obélisques, des pinacles, des aiguilles et des pics élancés, mais sans aucune trace de végétation. *East-Island* est encore volcanique. Elle a seulement 3 à 4 milles de diamètre, et ses montagnes s'élèvent jusqu'à 1200 mètres au-dessus de la mer. Ses côtes sont abruptes et ont plusieurs centaines de pieds de hauteur perpendiculaire.

Terres Australes. Les côtes de la terre Victoria sont volcaniques et ses hautes falaises noires contrastent fortement avec la blancheur des neiges qui les couronnent et qui s'étendent à leur pied. Les pics de deux belles chaînes de montagnes couvertes de neiges éternelles atteignent de 2 à 3 milles mètres d'altitude. Le mont Sabine ne s'élève pas tout à fait à cette dernière hauteur. L'île Possession située par 70° 76′ lat. S. et 170° 7′ long. E. (de Greenwich) est entièrement composée de roches ignées; elle n'est accessible que du côté de l'ouest et n'offre aucune végétation. Le mont Melbourne est surmonté d'un immense cratère, et le mont Monteagle se termine par un sommet pointu. L'île Franklin de 12 milles de long sur 6 de large, placée par 76° 8′ lat. S. et 168° 12′ long. E., est aussi complétement formée des mêmes roches. Elle est bordée de falaises de 150 à 200 mètres de haut sans aucune trace de végétation.

Ce fut le 28 janvier 1841 que sir James Clark Ross reconnut que les terres élevées qu'il avait aperçues les jours précédents constituaient une montagne de 3648 mètres au-dessus de la mer et qui émettait une grande quantité de flammes et de fumée. La découverte d'un volcan en activité sous une si haute latitude méridionale était un fait géologique du plus grand intérêt, car il prouvait que les neiges australes n'avaient aucune influence pour éteindre les feux qui brûlent au-dessous et qui, sous le cercle polaire de chaque hémisphère, et même au delà, traversent le manteau glacé qui les recouvre pour répandre leurs vives clartés sous le ciel brumeux des plus froides régions de la terre.

Le mont *Erèbe*, ainsi fut nommé ce volcan, rejetant une immense quantité de flammes et de fumée, produisait un magnifique spectacle. La fumée épaisse sortie par jets avec une grande force s'élevait en colonne de 450 à 600 mètres au-dessus du cratère, puis se condensait dans la partie supérieure, redescendait et se dispersait graduellement pour être remplacée une demi-heure après par une autre éruption semblable; néanmoins, les intervalles entre chaque émission de fumée n'étaient point égaux. Le diamètre de la colonne était de 60 à 100 mètres autant qu'on put en juger.

Toutes les fois que les vapeurs s'écartaient, une lueur rouge, éclatante, qui semblait remplir l'ouverture du cratère, était parfaitement visible, et quelques personnes pensèrent que ce pouvait être des courants de lave s'écoulant sur les pentes jusqu'à ce qu'ils disparussent sous la neige, laquelle, à partir de quelques centaines de pieds au-dessous du cratère, projetait ses falaises perpendiculaires de glace jusqu'à plusieurs milles en mer.

Le mont *Terreur*, beaucoup plus dégagé de neiges, offrait sur ses flancs une multitude de monticules coniques, semblables aux cônes parasites de l'Etna. D'immenses falaises de glace compacte, sans traces de fissures, et de 300 mètres d'épaisseur, présentaient un mur vertical aux vagues de l'Océan qui venaient s'y briser. Cette muraille ou banquise s'étendait dans la direction de l'E.-N.-E., où les bâtiments de l'expédition la suivirent l'espace de plus de 100 milles, sans y rencontrer la moindre ouverture.

Le 16 février, sir James Ross fut encore témoin d'une grande éruption du mont Erèbe. Des cendres incandescentes étaient projetées à une immense hauteur au-dessus du cratère, et l'on n'aperçut aucun courant de laves, quoique le phénomène se manifestât sur une plus vaste échelle que la première fois. On était alors à 160 milles du pôle magnétique austral, mais une barrière de glace impénétrable ne permit pas d'en approcher davantage. L'inclinaison était de 88°, 40′. Si l'on eût pu hiverner dans ces parages en mettant les bâtiments en sûreté, on eût certainement atteint le volcan et le pôle magnétique, dont la position par 76° S. est d'ailleurs suffisamment donnée par le calcul et la comparaison des diverses observations (1). Le 19 février, le mont Erèbe était encore en vue à une distance de cinquante lieues en mer.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Si l'on réunit par la pensée ce que nous avons dit sur les *volcans modernes et brûlants* (*antè*, vol. I. p. 483) aux détails dans lesquels nous venons d'entrer, sur les *roches ignées des époques qua-*

---

(1) On sait que ce fut aussi sir James Clark Ross, second de l'expédition commandée par sir John Ross, son oncle, qui détermina, le 1er juin 1831, la position du pôle magnétique boréal par 70°5′17″ lat. N., et 96°46′45″ long. O., sur la terre de Boothia Felix. L'aiguille marquait 89°59′, et n'était ainsi qu'à 1′ de la verticale. Dans le même temps, M. Barlow, combinant à Londres les observa-

ternaire et tertiaire, et si l'on tient compte en même temps de tout ce que M. L. de Buch (1) et M. Ch. Daubeny (2) ont rassemblé sur ces mêmes sujets dans leurs excellents ouvrages, on sera convaincu, comme nous l'avons indiqué en commençant, de l'impossibilité, au moins dans l'état actuel de la science, de tracer une ou plusieurs lignes de démarcation dans la série de ces phénomènes. Car si les uns se sont trouvés, sur quelques points du globe, en rapport avec de grands changements produits par des causes assez générales, d'autres se sont manifestés dans des périodes intermédiaires, sans autres effets apparents que des perturbations locales qui n'ont pas été nécessairement reproduites à de grandes distances. Les considérations générales établies d'après la distribution géographique des volcans modernes seraient donc plus ingénieuses que réelles, car elles reposent seulement sur certains faits, envisagés indépendamment d'un grand nombre d'autres avec lesquels ils sont trop intimement liés pour qu'on puisse les en séparer sans fausser les résultats obtenus. Les volcans actuels ne sont que les dernières manifestations des forces internes du globe ; ils ne sont pas le produit de causes particulières à notre époque, mais représentent uniquement la continuation d'un ordre de choses fort ancien, qui s'est prolongé jusqu'à nous en éprouvant des changements en rapport avec ceux que le temps a apportés dans la constitution physique de la terre. On ne pourrait par conséquent, sans rompre les relations les plus intimes, les considérer indépendamment des volcans éteints, pas plus que ces derniers indépendamment des éruptions basaltiques, trachytiques, amphigéniques ou autres qui se sont succédé presque sans interruption.

A quelques omissions près, et à part les serpentines, les eupho-

---

tions antérieures, arrivait à un résultat identique. (Voyez *Philosophical Transactions*, 1834. — *Relation du second voyage fait à la recherche d'un passage au nord-ouest*, par sir John Ross, vol. II, p. 306. Traduction française, Paris, 1835.)

(1) *Description physique des îles Canaries, suivie d'une indication des principaux volcans du globe*. Berlin, 1825. Traduction française, par C.-T. Boulanger, 1 vol. in-8° avec Atlas in-folio. Paris, 1836.

(2) *A description of active and extinct Volcanos*, etc. Description des volcans éteints et en activité, des tremblements de terre et des sources thermales, avec des remarques sur les causes de ces phénomènes, le caractère de leurs produits et leur influence sur l'état passé et présent du globe. 2e édit., 1 vol. in-8°. Londres, 1848.

tides et les roches granitiques tertiaires, l'*Essai d'une carte géologique du globe terrestre*, que M. A. Boué a publiée en 1845, résume assez exactement les faits précédents, et nous ne doutons pas que, si ce savant géologue eût publié un texte explicatif en rapport avec cette première représentation graphique de la répartition des diverses roches à la surface des continents, il n'eût été frappé de la difficulté de coordonner et de systématiser d'une manière un peu rationnelle la distribution géographique des roches ignées qu'il a représentées par une même teinte, et qui sont en effet liées les unes aux autres de manière à former dans le temps une série continue, depuis la fin de l'époque secondaire jusqu'à l'époque actuelle, ce qui, d'ailleurs, n'exclut nullement la grande probabilité de manifestations plus générales et plus prononcées à certains moments donnés.

Nous avons insisté sur la nécessité d'étudier minéralogiquement et chimiquement ces produits ignés, avec plus de soin qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Les exemples de recherches déjà entreprises dans cette direction, et dont nous allons parler, font voir combien elles peuvent par la suite jeter de lumière sur cette partie de la science qui se rattache à la composition intérieure de notre planète; mais ils montrent aussi combien est immense le champ qui reste à exploiter pour arriver à quelques généralisations sur les rapports qui peuvent exister dans la composition essentielle des roches pyrogènes, soit relativement au temps, soit relativement à l'espace, et cela, pour nous servir d'une comparaison que nous avons déjà employée, absolument de la même manière que procèdent les paléontologistes dans l'étude comparative des faunes successives et des faunes contemporaines. On pourrait arriver ainsi à connaître l'extension géographique et l'âge d'une roche de composition déterminée, à savoir si elle s'est produite dans le même espace à différentes époques, si elle s'est montrée toujours seule ou associée avec telle ou telle autre, s'il y a synchronisme et simultanéité, ou bien au contraire, succession dans telle ou telle série de produits feldspathiques, pyroxéniques, amphiboliques, amphigéniques, diallagiques, serpentineux, etc.

CHAPITRE XII.

EXAMEN MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE DES ROCHES IGNÉES.

Les diverses espèces minérales qui constituent le groupe des feldspaths, entrant presque toujours comme élément dominant dans les roches volcaniques modernes et dans les roches ignées ou pyrogènes des époques quaternaire et tertiaire, nous commencerons par examiner les travaux qui ont pour objet la détermination et la classification de ces espèces, et nous passerons ensuite à l'étude des masses rocheuses qu'elles constituent en tout ou en partie. Nous ne reviendrons point d'ailleurs ici sur les roches dont nous avons déjà indiqué les caractères minéralogiques et chimiques dans le courant de cette seconde partie.

Études sur les feldspaths.

Dans ses *Recherches sur la nature des feldspaths* (1), M. H. Abich a fait remarquer que le feldspath de l'Epoméo à Ischia donne une formule qui convient au feldspath adulaire ; en outre, la somme des quantités d'oxygène des alcalis est égale à trois fois celle des terres. L'oxygène de la soude est à celui de la potasse :: 1 : 1,29, et cette relation entre les deux alcalis caractérise le feldspath vitreux propre au trachyte. Celui du Drachenfels et du Mont-Dore a une composition semblable, laquelle serait à peu près aussi celle du feldspath vitreux du phonolite. Le feldspath du tuf du Pausilippe est analogue à celui de l'Epoméo, quoique l'oxygène de la soude soit 1,53. Dans la lave de l'Arso à Ischia, il en est encore à peu près de même.

Dans le trachyte du Siebengebirge (*antè*, p. 423), l'auteur a trouvé, outre le feldspath vitreux qui renferme une quantité notable

(1) *Ann. d. Chem. und Phys.* de *Poggendorff*. — Traduct. française par M. Durocher, *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XIX, p. 619. 1841. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 811. 1842. — Voyez aussi *Analyses de diverses variétés de feldspath*, par le même. *Ann. d. Chem.*, etc., de *Poggendorff*, vol. LV, p. 365. — *Ann. des Mines*, 4e sér., vol. II, p. 434. 1844.

de soude, une autre variété qui domine dans les trachytes blancs, et principalement dans celui du Drachenfels, dont elle forme en grande partie la masse blanche et cristalline, associée avec de la hornblende et de petits grains de mica. Ce serait une variété particulière d'albite, dans laquelle la moitié de la soude est remplacée par de la potasse et de la chaux, de même que dans le feldspath vitreux, où une moitié de la potasse, nécessaire pour donner la formule du feldspath adulaire, est remplacée par de la soude et de la chaux. Ainsi la composition du trachyte du Drachenfels le distingue d'autres roches, auxquelles on a souvent donné ce nom, et que M. Abich paraît rapprocher des phonolites. La formule du trachyte du Siebengebirge indique une grande richesse en silice qui s'y trouve quelquefois isolée à l'état de quartz pur. La variété de trachyte de Perlnhadt, avec des cristaux hexaèdres de quartz, est remarquable sous ce rapport. Une moindre densité, une diminution dans la proportion de silice avec une plus grande teneur en fer, une coloration plus foncée de la roche et la présence d'un élément soluble dans les acides et analogue aux zéolithes, pourraient être les différences les plus prononcées qui séparent les trachytes proprement dits du phonolite.

Le labradorite de l'Etna, quoique renfermant les mêmes éléments que les précédents, constitue, par la différence de leurs proportions relatives, une espèce minérale distincte. L'anorthite de la Somma a été également examinée par le même savant, et quant au pseudo-albite ou andésite d'Amérique, c'est un porphyre dioritique, dont les cristaux bien caractérisés forment l'élément prédominant. Ces cristaux appartiennent à un minéral qui serait une variété de feldspath analogue à la leucite par sa composition, et venant se placer entre le labradorite et l'oligoclase. M. Abich propose de lui donner le nom d'*andesine*. Dans le périklin de l'île de Pantellaria, la proportion de la potasse et de la soude est tout à fait différente de celle du périklin de l'Epoméo; la soude y domine au lieu de l'autre alcali, et il y a peu de silice. Soupçonnant aussi que les orthoses les plus pures pouvaient n'être pas complétement dépourvues de soude comme on l'a cru pendant longtemps, l'auteur a analysé les feldspaths du Saint-Gothard et de Baveno, et il a trouvé en effet dans le premier 1,01 de soude, et dans le second 1,25; aussi croit-il que, par opposition, l'albite contient une petite quantité de potasse.

Il paraît résulter de ces diverses analyses que la potasse, la soude, la chaux et probablement la magnésie, jouent le rôle de bases iso-

morphes. De même que le labradorite distingue la classe des basaltes des roches volcaniques, dans lesquelles le silicate de $\dddot{R}$, et le bisilicate et le trisilicate de $\dot{R}$ dominent, de même le feldspath vitreux caractérise la classe des trachytes où dominent les trisilicates de $\dddot{R}$ et de $\dot{R}$, en la séparant des granites. Dans ceux-ci, le feldspath à potasse avec amphibole, quartz et mica, reste comme élément essentiel, tandis que dans les trachytes le feldspath vitreux est associé avec l'amphibole, le mica et quelquefois l'augite.

Tous les trachytes, les obsidiennes et les ponces contiennent de la soude en excès. La lave du Monte-Nuovo, près Pouzzoles, a la composition d'un vrai phonolite; la soude y est à la potasse :: 7,48 : 4,37. Dans le pépérino des Champs Phlégréens, ces substances sont entre elles ::7,38 : 5,50. On trouve le même rapport entre la soude et la potasse dans l'obsidienne de l'île de Procida, c'est-à-dire qu'elles sont entre elles :: 6,09 : 4,35, et dans celles de Ténériffe ce rapport est :: 10, 63 : 3,50. Une modification du trachyte analogue à l'obsidienne paraît précéder la formation de la ponce.

Les feldspaths se rapportent à deux systèmes cristallins, dont l'un comprend l'anorthite, le labradorite, l'andésite, l'oligoclase (Berzelius), le périklin (Gmelin), le pantellaria, l'albite à potasse et l'albite (Rose), et l'autre le ryacolite (Rose), le feldspath vitreux et l'orthose, mais on ne peut trouver, dit M. Abich, dans la composition chimique de ces espèces aucune cause bien certaine de cette différence cristallographique; il semble plutôt qu'une espèce passe à une autre, de telle sorte, que la différence spécifique se reconnaît parfaitement dans la relation des quantités d'oxygène. La relation de 1 : 3 dans les quantités d'oxygène qui contient R et $\dddot{R}$ est le seul élément constant et caractéristique du genre. Les proportions de l'oxygène de la silice s'accroissent à partir de l'anorthite, formant une série de cinq membres qui représentent autant d'espèces déterminées. La potasse domine dans les feldspaths les plus silicatés des roches ignées, tandis que dans les combinaisons moins silicatées, qui caractérisent les roches volcaniques, elle est remplacée par la soude et la chaux. De plus, sa pesanteur spécifique s'accroît avec la quantité de chaux et d'alumine, à mesure que la silice diminue.

Si l'on coordonnait les feldspaths d'après l'augmentation de leur pesanteur spécifique, dit en terminant M. Abich, à mesure que la proportion de silice diminue, on pourrait peut-être en déduire une

échelle pour l'histoire de la formation de la terre. Les roches cristallines contenant comme élément essentiel un trisilicate de $\dot{R}$ et de $\dddot{\bar{R}}$, pourraient être nommées roches *primitives;* celles qui contiennent du quartz s'appelleraient *primitives plutoniennes*, et celles qui sont privées de quartz, *primitives volcaniques.*

En considérant l'ancienne espèce feldspath comme une famille, M. Rivière (1), de son côté, regarde et admet comme rigoureusement déterminées et caractérisées cinq espèces : l'orthose, l'albite, l'oligoclase, le ryacolite et le labradorite, et peut-être l'andésine. Les autres laisseraient encore de l'incertitude, quant à leurs vrais caractères. Il divise ensuite les feldspaths en deux catégories : l'une comprenant ceux qu'il nomme *feldspaths essentiels*, l'autre les *feldspaths accidentels*, et jouant d'ailleurs un rôle moins important dans la composition de l'écorce terrestre. La première catégorie renferme les espèces que nous venons de nommer, et en comparant leurs formules, à l'exception de celle de l'andésine, on voit qu'elles ont des rapports de plus en plus simples, depuis l'orthose jusqu'au labradorite, et que la série des rapports est décroissante relativement à la cessation de la production des feldspaths essentiels. Ainsi, l'orthose qui a été produite la première, ne remonte pas très haut dans la succession du terrain, tandis que le labradorite est encore partie constituante des laves actuelles; les rapports et les formules sont donc d'autant plus simples que les feldspaths sont moins anciens.

M. Rivière fait voir ensuite que la richesse en silice et en oxygène des feldspaths essentiels ne conduit pas rigoureusement à la même loi comme l'avaient pensé M. Abich et d'autres chimistes principaux, mais que si, au lieu de considérer les espèces isolément, on comprend l'ensemble des minéraux de chaque roche feldspathique, ensemble qui formait le bain igné avant le départ des éléments chimiques, la loi précédente de l'ancienneté relative avec la teneur en silice et en oxygène se trouve démontrée, et les roches feldspathiques sont alors réellement d'autant plus anciennes qu'elles sont plus riches en silice et en oxygène. Or, s'il est facile de voir que cette manière d'envisager la question est beaucoup plus rationnelle que la première, à laquelle on s'était arrêté, il s'en suit de plus

(1) *Mémoire sur les feldspaths.* (*Compt. rend.*, vol. XIX, p. 753, 7 oct. 1844 (extrait). — *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 60. 1844). — *Dict. d'hist. naturelle*, vol. V, p. 584. 1845.

que dans les mêmes roches l'alumine et ses substances isomorphes suivent une proportion inverse.

Quant à leur teneur en alcali, on trouve que l'orthose, le plus ancien des feldspaths, est à base de potasse, l'albite à base de soude, l'oligoclase à base de soude et de chaux, le ryacolite à base de potasse et de soude, le labradorite et l'andésine à base de chaux et de soude; c'est-à-dire que la potasse est la plus ancienne des trois bases, et la chaux la plus récente.

Relativement à leur densité, celle des divers feldspaths est d'autant plus grande, que ceux-ci sont plus récents; mais, comme pour la teneur en silice et en oxygène, il faut encore, dit l'auteur, pour avoir cette relation, embrasser l'ensemble des minéraux qui composent essentiellement chaque roche feldspathique. « La série des » teneurs en silice et en oxygène des feldspaths essentiels, celle de » leurs densités, de leurs fusibilités et de leurs chaleurs spécifiques, » ainsi que leurs associations avec les autres minéraux et leurs gisements habituels, montrent qu'il existe une sorte de parenté entre » chaque feldspath essentiel et les différents autres minéraux qui » lui sont associés pour former les roches; car les divers minéraux qui sont réunis en grand jouissent de propriétés semblables, ou qui se combinent et se compensent entre elles, de manière à donner à la roche des propriétés rentrant dans les lois » énoncées. »

Ces relations permettent d'arriver ainsi plus facilement à déterminer la composition des roches d'origine ignée, de même que leur âge.

M. Ch. Deville, dans un mémoire que nous avons cité, avait indiqué une sorte de cadre dans lequel on pouvait faire entrer les différents feldspaths, en les divisant en trois groupes représentés par trois formules atomiques, qui se déduisaient l'une de l'autre par des lois simples, mais il s'est aperçu depuis (1) que cette marche laissait entièrement isolée une autre série de minéraux qui, sans avoir la même formule, jouaient dans plusieurs roches ignées un rôle analogue à celui des feldspaths : tels sont l'amphigène, l'anorthite et l'andésine. Aussi, après avoir démontré l'importance de l'anorthite dans une roche de l'île Saint-Eustache, et probablement dans les produits volcaniques de la plupart des Antilles, ainsi que

(1) *Essai sur la classification du feldspath et des minéraux analogues* (*Compt. rend.*, vol. XX, p. 179, 1845).

les proportions relatives d'oxygène dans les trois éléments qui composent cette substance, comme dans ceux de l'amphigène et de l'andésine, l'auteur pense que l'on pourrait établir pour ces minéraux une famille voisine de celle dans laquelle les feldspaths sont réunis, et dont le caractère chimique serait aussi tiré des proportions relatives d'oxygène dans les trois éléments constituants. Dans les vrais feldspaths, comme l'orthose et l'albite, ces proportions sont telles, qu'ils pourraient constituer, dans la série générale, un troisième terme établissant un lien naturel entre les deux familles des *feldspathides* et des *amphigénides*, et permettrait de passer de l'une à l'autre. Ce point de vue expliquerait aussi comment les analogies géologiques et cristallographiques ont pu faire réunir des minéraux dont les formules chimiques diffèrent autant que celles de l'anorthite et des feldspaths.

Poursuivant ses recherches jusqu'aux minéraux qui accompagnent si constamment les roches ignées, sans en faire cependant partie essentielle, M. Ch. Deville fait remarquer que les zéolithes peuvent presque tous être considérés comme des hydrates des corps classés dans les familles précédentes. Aussi propose-t-il de les placer, sous forme d'appendice, à la suite des minéraux anhydres qui leur correspondent, ou mieux d'en former deux séries parallèles aux précédentes. Un petit nombre de substances, hydratées ou non, restent cependant encore en dehors de cette classification (1).

De quelques propriétés des roches ignées et de leurs minéraux constituants. Magnétisme.

M. Marcel de Serres, dans une notice sur l'intensité magnétique des laves du midi de la France, comparée à celle des serpentines avec fer oxydulé des roches primaires de l'Aveyron (2), a cru reconnaître que l'action magnétique de la serpentine était supérieure à celle de la lave compacte, et que, dans les deux roches, l'énergie du

(1) Nous ne connaissons que le titre suivant d'une *Dissertation inaugurale*, de M. G. E. Kayser, qui paraît s'être attaché à déterminer un petit nombre de lois simples, suivant lesquelles se grouperaient les cristaux de feldspath. — *De cyclo quodam legum duodecim secundùm quas cristalli generum feldspathi familiæ singulariorum geminatis conjunctæ inveniuntur, dissertatio inauguralis*; in-8. Berlin, 1834, 1 pl. — M. A. Damour a publié les analyses d'une anorthite disséminée dans une lave bulleuse de l'Hékla, d'un labradorite jaunâtre en cristaux dans une roche trappéenne de la même île, et d'un albite engagé dans un phonolite des pitons de Laugafiall, près du grand Geyser (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 83, 1850).

(2) *L'Institut*, vol. V, p. 270. 1837.

pôle nord l'emportait sur celle du pôle sud. Dans quelques cas aussi, le nombre des oscillations n'a pas été proportionnel à la distance.

Les feldspaths, dit M. Delesse (1), sont toujours faiblement magnétiques, et leur pouvoir à cet égard est, comme pour le quartz, à peu près dans le même sens que leur richesse en fer. Généralement l'orthose n'est pas magnétique, et, d'après les exemples cités, on voit que les feldspaths, qui jouissent de cette propriété au plus haut degré, sont ceux qui renferment le plus de fer, comme certains labradorites, ou, ce qui revient au même, ceux qui sont les plus pauvres en silice et contiennent le plus d'eau de combinaison. Ils sont même plus magnétiques que plusieurs amphiboles et quelques pyroxènes qui contiennent cependant moins de silice et beaucoup plus d'oxyde de fer.

L'amphibole, le pyroxène, la diallage et l'hypersthène, étant unis à un feldspath du dernier système, constituent la plupart des roches ignées dont nous avons parlé, et la présence presque constante du fer oxydulé établit à elle seule un lien entre toutes ces roches et montre qu'elles ont dû avoir une origine commune qui était favorable à la formation du fer oxydulé; c'est par conséquent avec raison qu'on les a rapprochées des roches volcaniques qui renferment aussi ce minéral. Les amphiboles et les pyroxènes qui ont le pouvoir magnétique le plus élevé sont ceux dont la couleur est le plus foncée et qui sont le plus riches en fer, particulièrement ceux des roches volcaniques anciennes et modernes. D'ailleurs, M. Delesse fait remarquer que le pouvoir magnétique d'une même substance est beaucoup plus prononcé lorsqu'elle est à l'état cristallin que lorsqu'elle est à l'état terreux, et qu'il est d'autant plus grand que l'état cristallin est plus parfait.

Considérant ensuite le pouvoir magnétique des roches (2), le même géologue montre que presque toutes les roches volcaniques modernes provenant soit des volcans en activité, soit des volcans éteints, ont un pouvoir magnétique élevé qu'elles doivent surtout au fer combiné dans le silicate qui forme leur pâte, et c'est seulement dans quelques cas qu'elles contiennent du fer oxydulé. I

(1) *Sur le pouvoir magnétique des minéraux et des roches* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. XIV, p. 81; — *Ann. de chim. et de phys.*, vol. XXV, p. 194, 1849).

(2) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. XV. 1849.

pouvoir magnétique des laves et des trachytes ne varie pas toujours dans le sens de leur richesse en fer; ainsi un trachyte du Siebengebirge, où l'auteur a trouvé ce pouvoir le plus élevé, avait une teinte gris-pâle et ne contenait pas de fer oxydulé. Les trachytes et les laves trachytiques ne sont pas moins magnétiques que les laves, et celles-ci, tant anciennes que modernes, ont à peu près la même énergie. Comme on devait s'y attendre, d'après leur communauté d'origine, les lapillis et les cinérites ont un pouvoir magnétique qui ne diffère pas de celui des laves; les bombes volcaniques, en partie à l'état de verre, en ont un très grand; le perlite et l'obsidienne en ont un faible, et celui de la ponce est encore moindre. Dans cette dernière substance il y a très peu de fer, tandis que les trassoïtes, qui en renferment une certaine quantité, sont beaucoup plus magnétiques.

Les basaltes ont un pouvoir magnétique deux ou trois fois plus élevé que la moyenne des laves; néanmoins il ne varie pas en proportion de la richesse en fer, et la roche dont la teinte est le plus foncée n'est pas toujours celle où il est le plus grand. Le pouvoir magnétique de l'anamésite, qui est infiniment moindre que celui des basaltes, pourrait à lui seul servir à distinguer ces roches, et celui du phonolite semble être encore plus faible. Comme dans les basaltes, les mélaphyres qui ont du fer oxydulé et les teintes très foncées ne sont pas toujours ceux qui ont la plus grande énergie magnétique. Ainsi, le porphyre vert antique, qui a été trouvé le plus magnétique, a une pâte d'un vert moins foncé que les autres, et il ne renferme pas de fer oxydulé. En résumé, l'énergie magnétique des mélaphyres bien caractérisés est un peu moindre que celle des basaltes.

Dans les roches à structure granitoïde (dolérite, hypérite, euphotide), l'augite, l'hypersthène ou la diallage, l'un de leurs minéraux constituants, sont généralement associés à du fer oxydulé, et la puissance magnétique de ces roches varie dans des limites plus étendues que celle des roches à pâte compacte où le fer est resté en combinaison avec la silice. La dolérite du Kaiserstuhl a un pouvoir magnétique supérieur même à celui du basalte.

Dans les serpentines, il est tantôt élevé, tantôt faible. Ces roches ne renferment de fer oxydulé qu'accidentellement, et la pâte est uniformément magnétique dans toutes ses parties. La richesse en fer et la couleur ne donnent que des indications assez incertaines. La force magnétique de la serpentine ordinaire est bien supérieure à celle de la diallage et du talc. Aussi M. Delesse rejette-t-il l'opinion

que cette roche est un mélange microscopique de ces deux substances. Les roches amphiboliques étant le gisement le plus ordinaire du fer oxydulé, leur pouvoir magnétique est, comme on le conçoit, fort élevé et se rapproche d'autant plus de celui du fer oxydulé que celui-ci est plus abondant.

M. Delesse, en étendant ce genre de recherches aux *verres* obtenus par la fusion des roches (1), a trouvé que, pour les produits volcaniques, le pouvoir magnétique du verre était tantôt au-dessus et tantôt au-dessous de celui de la roche. Quant à celui de l'obsidienne, on conçoit qu'il devait différer très peu de celui de la roche elle-même. Un basalte noir, compacte, a donné après la fusion une scorie homogène très bulleuse, noir brunâtre, à structure radiée et cristalline, dont le pouvoir magnétique était beaucoup plus élevé que celui du basalte. « Quand on considère des roches d'une même » famille dans lesquelles la teneur en silice, ainsi que la composition » chimique, est à peu près la même, le pouvoir magnétique du » verre varie à peu près dans le sens de sa richesse en oxyde de » fer. . . . . Dans la vitrification d'une roche, son état » physique et le mode de combinaison des différentes substances » qui la composent sont seuls changés, tandis que sa composition » chimique reste à très peu près la même ; par conséquent les va- » riations que présente le pouvoir magnétique d'une roche et de » son verre démontrent que le pouvoir magnétique peut augmen- » ter ou diminuer, quoique la composition chimique reste con- » stante. »

Les verres donnés par les mélaphyres, les basaltes, les roches volcaniques anciennes et modernes, les laves, etc., se ressemblent beaucoup, ainsi que les verres des diorites et de plusieurs porphyres, en sorte qu'il est souvent impossible de les distinguer (2). Ces verres sont de teintes foncées, variant du noir jayet au vert-bouteille, suivant la richesse en fer de la roche ; ils sont tantôt opaques, tantôt translucides, très compactes, à cassure parfaitement conchoïde, à éclat vif et dépourvus des squelettes blancs de quartz, que l'on observe surtout dans les roches à base de feldspaths riches en silice, contenant du quartz en excès et qui sont par cela

(1) *Sur le pouvoir magnétique des roches vitrifiées* (*Ann. des mines*, vol. XVI, p. 323, 1849).

(2) *Recherches sur les verres provenant de la fusion des roches* (*Bull*, 2e sér., vol. IV, p. 1380, 1847).

même peu fusibles. Comme pour les roches volcaniques, le refroidissement peut dans certains cas avoir été aussi rapide que celui du verre artificiel, et l'on conçoit qu'alors la différence entre les densités devienne très faible ou nulle.

Variations de densité.

M. G. Bischof (1), qui s'est occupé longtemps de rechercher quelle pouvait être la contraction qu'éprouvent les roches ignées en passant de l'état fluide à l'état solide ou cristallin, a trouvé, après avoir fondu du basalte, du trachyte et du granite, les résultats suivants pour les volumes de ces roches dans leurs divers états.

	Volume à l'état de verre,	à l'état de cristallisation.
Du basalte. . . .	1	0,9298
Du trachyte. . .	1	0,9214
Du granite . . .	1	0,8420
	à l'état fluide,	à l'état de cristallisation.
Du basalte. . . .	1	0,896
Du trachyte. . .	1	0,8187
Du granite . . .	1	0,7481

D'où l'on voit que le granite se contracterait de 25 p. 100 ou du quart de son volume en passant de l'état liquide à l'état cristallin, et de 16 p. 100 en passant de l'état vitreux à l'état cristallin, effets qui ont dû avoir une grande importance, lors du refroidissement des roches granitiques primaires, sur les phénomènes de ridement et de brisement de la première pellicule du globe.

M. Ch. Deville (2), en traitant la même question, s'est attaché à démontrer aussi par des expériences, que dans le phénomène de la cristallisation il s'opère une grande condensation de la matière, probablement due à un refroidissement lent qui permet aux molécules similaires de se grouper en cristaux ayant le moins de vides possible, tandis que par un refroidissement subit les molécules se solidifient dans la position ou à la place même qu'elles occupaient à l'état

(1) *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 565. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 391. 1842. — Expériences pour déterminer la contraction subie par des masses fondues lorsqu'elles passent à l'état compacte et forment des roches cristallines, suivies de considérations sur ces dernières (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 1-54). Ce mémoire remarquable est en quelque sorte une suite aux travaux de l'auteur sur la chaleur de la terre et les sources minérales thermales (*anté*, vol. I, p. 476 et 585).

(2) *Compt. rend.*, vol. XX, p. 1453. 1845.

fluide. Les nombres obtenus par l'auteur, comme il le fait remarquer, diffèrent d'ailleurs sensiblement de ceux qu'a trouvés M. Bischof, et peut-être la cause en est-elle due à quelques circonstances dont ce dernier n'aurait pas tenu compte dans ses évaluations (1).

De son côté, M. Delesse (2) s'est attaché à faire voir que les variations de densité éprouvées par les différentes séries de roches sont telles que, quand un silicate passe de l'état cristallin à l'état vitreux, il y a diminution de densité, et les résultats obtenus pour les roches appartenant à un même groupe sont assez constantes. Pour généraliser ces conclusions et celles de M. Deville, il faut rechercher la relation qui existe entre la diminution de densité d'une roche et sa composition chimique, et, quoique à cet égard les données acquises à la science soient encore incomplètes par le manque d'analyses suffisantes, l'auteur pense que l'on peut déjà établir le principe suivant :

« Quand les roches passent de l'état cristallin à l'état vitreux, » elles éprouvent une diminution de densité, qui, toutes choses » égales, paraît être d'autant plus grande qu'elles ont plus de » silice et d'alcali, et au contraire d'autant plus petite qu'elles » ont plus de fer, de chaux et d'alumine. En rangeant ces roches » par ordre de diminution de densité, celles qu'on regarde comme » les plus *anciennes* se trouvent généralement les *premières*, tan- » dis que les plus *modernes* sont les *dernières ;* et en tout cas leur » ordre de diminution de densité est à peu près l'ordre inverse de » leur fusibilité. »

Quoique les diminutions de densité dans les roches d'une même famille soient assez variables, on peut les considérer comme comprises entre les limites suivantes :

Granites, leptynites, porphyres quartzifères, etc .	9 à 10 p. 100.
Granites syénitiques et syénites	8 à 9
Porphyres rouges, bruns et verts, avec ou sans quartz, qui sont à base d'orthose et d'oligoclase ou d'andésite.	8 à 10
Diorites et porphyres dioritiques	6 à 8
Mélaphyres	5 à 7
Basaltes et trachytes, roches volcaniques anciennes.	3 à 5
Laves, roches volcaniques et vitreuses	0 à 4

(1) Voyez aussi *l'Institut*, 25 mars 1846.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1380. 1847. — *Compt. rend.*, vol. XXV, p. 545. 1847.

Il y a des exceptions, d'abord pour les roches non cristallines déjà à l'état de verre dans la nature, comme les obsidiennes, etc., puis pour les euphotides, les variolites, certains porphyres et les roches micacées qui renferment beaucoup d'eau.

Dans l'impossibilité de représenter actuellement chaque roche par une formule, on peut supposer, sans trop d'erreur, comme le fait M. Delesse, que les variations de densité d'une roche peuvent être traduites par celles de son feldspath constituant : aussi s'est-il attaché à déterminer, pour les principaux feldspaths (adulaire, orthose, albite (à potasse), oligoclase, andésite blanche, labradorite, vosgite et anorthite), la densité qu'on aurait, en supposant que les différentes substances qui les composent ne fussent pas combinées, mais seulement réunies à l'état de mélange. Or il résulte du tableau dressé à cet effet, « que, dans le feldspath, la densité à l'état de » mélange est plus grande que la densité à l'état cristallin, et plus » grande *à fortiori* que la densité à l'état vitreux. Par conséquent, » si l'on suppose que les composants du feldspath, d'abord à l'état » de mélange, forment une combinaison cristalline et soient ensuite » vitrifiés par l'action de la chaleur, il y aura successivement augmen- » tation de volume dans la cristallisation, puis dans la vitrification. »

Parmi les conséquences que peuvent avoir ces phénomènes sur l'enveloppe solide de la terre, on peut signaler la suivante : que si cette écorce avait 40000 mètres d'épaisseur, et qu'elle fût formée de granite ayant éprouvé une diminution de densité de 10 p. 100 en passant à l'état vitreux, la cristallisation seule aurait dû produire une diminution du rayon terrestre d'au moins 1430 mètres, et altérer par conséquent la vitesse de rotation et la forme de la terre.

Acide phosphorique. M. G. Fowns (1) a constaté la présence de l'acide phosphorique dans les argiles blanches à porcelaine qui proviennent de la décomposition du granite de Dartmoor, dans la lave vésiculeuse des bords du Rhin, employée pour les constructions de Cologne, dans le trachyte blanc du Drachenfels, dans les laves scoriacées rouges et spongieuses du Vésuve, dans le basalte vert foncé compacte

(1) *Proceed. r. soc. of London*, n° 59, p. 508. 1843-44. — *L'institut*, 7 juillet 1844. — Voyez aussi G. Bischof, *Ueber die Gegenwart*, etc. Sur la présence de l'acide phosphorique dans les laves (*Bull. d. Kœnigl. Akad. d. Wissens. z. München*, p. 158, 1847; — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, *Notice*, p. 17, 1848).

(*toad-stone* du Derbyshire), dans le trapp noirâtre de Dudley (*rowley-ragg*), dans les laves porphyriques anciennes du Vésuve, et enfin dans les tufs volcaniques de cette dernière montagne, d'où il conclut que cet acide est une partie constituante très habituelle des produits ignés, et doit être la principale cause de la fertilité du sol qui résulte de leur désagrégation.

Eu égard à ce qui reste à faire pour l'étude particulière des roches, cette partie importante de la science ne nous paraît pas assez avancée pour que nous puissions essayer d'en présenter une synthèse générale : aussi nous bornerons-nous à rappeler successivement les travaux de détail dont elle a été l'objet dans ces derniers temps. Étude particulière des roches.

Quoiqu'un certain nombre de roches désignées sous le nom de *grunstein* et de *grunstein porphyrique*, et décrites par M. G. Rose (1), soient certainement plus anciennes que celles dont nous nous sommes occupé dans cette seconde partie, nous croyons devoir présenter un résumé du mémoire de ce minéralogiste, quelques faits pouvant être appliqués à des produits ignés de l'époque tertiaire. L'auteur réunit ces roches dans cinq genres, comme il suit :

1° *Diorite*, mélange de grains d'albite et d'amphibole, renfermant accidentellement du quartz en grains, du mica, de la pyrite, du fer oxydulé. Rarement l'albite et l'amphibole sont en égales proportions ; l'un ou l'autre domine ; la grosseur des grains est variable.

2° *Porphyre dioritique*, composé d'une pâte gris verdâtre, noirâtre, blanc verdâtre, renfermant des cristaux d'albite et d'amphibole. L'albite est souvent en cristaux hémitropes, blancs, éclatants, clivables. L'amphibole est noir verdâtre, en cristaux allongés, souvent assez volumineux. Les proportions de ces cristaux sont variables, et les substances accidentelles sont les mêmes que dans le diorite.

3° *Hypersthenfels*, mélange de grains de labradorite et d'hypersthène. L'amphibole y est en cristaux associés à ceux de l'hypersthène, de telle sorte qu'il y a parallélisme entre les axes principaux des prismes rhomboïdaux que forment les faces de clivage des deux substances, et entre les plans qui passent, l'un par les arêtes aiguës de l'amphibole, l'autre par les arêtes obtuses de l'hypersthène. M. G. Rose regarde cette disposition singulière, non comme con-

---

(1) *Mémoire sur les roches qu'on nomme grunstein ou grunstein porphyrique* (*Ann. d. Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. XXXIV, p. 1-30, 1835). — Traduct. française par M. de Fourcy (*Ann. des mines*, 2e série, vol. VIII, p. 1, 1835).

temporaine de la roche, mais comme le résultat d'un commencement de transformation de l'hypersthène. Les substances accidentelles sont l'olivine, le mica et la pyrite de fer.

4° *Gabbro*, mélange de grains de labradorite et de diallage.

5° *Porphyre augitique*, pâte renfermant des cristaux de labradorite et d'augite; elle est ordinairement colorée en vert ou en gris foncé, comme celle du porphyre dioritique, ou plus sombre, ressemblant au basalte. Les cristaux présentent souvent la forme de l'augite, mais n'ont que deux sens de clivage, et appartiennent alors à l'ouralite. M. Rose les considère comme des cristaux d'augite, qui, en conservant leur forme extérieure, se sont changés en amphibole. Quelques cristaux d'ouralite renferment encore un noyau d'augite vert clair, dont les faces de clivage sont parallèles aux faces extérieures du cristal. Ainsi le mode d'association de l'amphibole et de l'augite serait le même que celui de l'amphibole et de l'hypersthène dans l'hypersthenfels.

Le même minéralogiste a donné un mémoire sur les euphotides et les serpentines; Boulanger s'est occupé *de la composition des roches d'euphotide* (1); M. A. Delesse a publié des *recherches sur les euphotides* (2), et plus récemment, dans un *mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges* (3), il a traité spécialement des serpentines de cette chaîne; mais, malgré tout l'intérêt qui s'attache à ces divers travaux, comme ils n'ont eu pour objet que des roches placées dans des relations géologiques tout à fait différentes de celles de même espèce, dont nous nous sommes occupé jusqu'à présent, nous les mentionnerons lorsque nous traiterons des terrains plus anciens avec lesquels on trouve ces roches associées, et sans préjuger d'une manière absolue le moment de leur apparition.

Après avoir étudié, comme on l'a vu plus haut, les diverses espèces de feldspath, M. Abich (4) s'est occupé des roches ignées, dans lesquelles cette substance entre comme élément principal ou constituant, et il examine successivement les *trachytes*, les *trachydolérites* et les *dolérites*.

(1) *Ann. des mines*, 3e série, vol. VIII, p. 159. 1835.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 147. 1849.
(3) *Ann. des mines*, 4e sér. 1850.
(4) *Recherches sur les roches d'origine volcanique*, traduites de l'allemand, par M. A. Delesse (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. II, p. 579, 1842).

Les *trachytes* ou roches à combinaisons feldspathiques neutres, ayant pour formule $\dot{R}\dddot{Si} + \ddot{\underline{R}}\dddot{Si}^3$, peuvent être considérées comme une famille dans laquelle on distingue huit groupes, désignés sous les noms de *porphyre trachytique*, *trachyte* proprement dit, *domite*, *phonolite*, *andésite*, *obsidienne* et *ponce*, *perlite*, *tuf trachytique.*

Le premier de ces groupes est composé de roches grisâtres ou blanc rougeâtre, à pâte homogène, avec de petits cristaux de feldspath vitreux, souvent accompagnés de quartz en cristaux, et de mica, à un axe, brun, mais sans amphibole ni augite ni fer titané. Il a pour type les porphyres trachytiques de la Hongrie, décrits par Beudant, et ceux de Ponza et de Palmarola dans la Méditerranée. Ce dernier est un mélange intime de 50 p. 100 de feldspath vitreux, 25 p. 100 d'albite, et autant de silice, ou le résultat d'une dissolution de silicate neutre alumino-alcalin dans de la silice. La faible quantité de chaux et de magnésie s'accorde avec l'absence d'hornblende, d'augite et de mica. La roche de Ponza offre une composition identique. Les trachytes de Lipari ont tous les caractères des laves, et présentent leurs modifications vitreuses. La présence de l'acide sulfurique les distingue de ceux des groupes voisins. La pesanteur spécifique des porphyres trachytiques varie entre 2,5279 et 2,6552, et ils contiennent 74,54 à 60,35 de silice, donnant pour moyenne une pesanteur spécifique de 2,5783 et une quantité de silice de 69,46 p. 100. Ces roches sont d'ailleurs sujettes à de nombreuses modifications.

Les *trachytes proprement dits* sont des roches très grenues, à pâte terreuse, dont la cristallisation est confuse, de teintes claires et souvent poreuses. L'albite à base de potasse et le feldspath vitreux en sont les éléments constituants. Les granites porphyroïdes contiennent de l'orthose et de l'albite, et les trachytes à grands cristaux sont, parmi les roches trachytiques, une variété analogue à celle des granites porphyroïdes. Dans les deux cas, c'est l'albite qui forme la masse de la roche. Le trachyte du Drachenfels dans le Siebengebirge contient les deux variétés de feldspath, mais l'albite y est de beaucoup la substance dominante. Sa teneur en silice et sa pesanteur spécifique le rapprochent du porphyre trachytique de Lipari, qui forme en effet le passage au vrai trachyte. Celui du mont Olibano, près de Pouzzoles, d'un aspect analogue à celui du Drachenfels, a dû couler à l'état de lave, depuis cette colline jusqu'à la mer. Le trachyte de Dalheim, près Montabaur, paraît traverser le basalte. Dans l'île

de Panaria, M. Abich distingue trois variétés de trachyte. Celui de Grafenbruch et de Dietzenbach, près Francfort, se trouve dans le voisinage de roches basaltiques; sa pâte est gris rougeâtre. La pesanteur spécifique moyenne des trachytes serait 2,6821, et leur teneur moyenne en silice de 65,85 p. 100.

Le *domite* d'Auvergne et de Hongrie serait une roche particulière, gris blanchâtre, en masse très grenue et terne, souvent friable. On y voit une grande quantité de petits cristaux de feldspath blancs, des paillettes de mica noir ou brun. Sa pesanteur spécifique est 2,6334, et sa teneur moyenne en silice de 65,50 p. 100, résultats d'accord avec ceux obtenus par M. Berthier.

Le *phonolite* se rencontrant plus fréquemment avec le trachyte qu'avec le basalte, les considérations géologiques conduisent à penser qu'ils proviennent l'un et l'autre de la transformation d'une même roche. Le phonolite est une roche homogène, à cassure esquilleuse, un peu conchoïde, vert grisâtre ou gris de cendre, rendue souvent porphyroïde par des cristaux de feldspath vitreux répandus dans la masse. L'hornblende, l'augite et le fer oxydulé magnétique y sont rares. Suivant M. Gmelin, la roche pourrait être considérée comme un mélange de feldspath vitreux avec une zéolithe en proportions variables. M. Abich admet pour sa pesanteur spécifique 2,577. La portion soluble ou zéolithique est de 35,20, et la portion insoluble ou feldspathique de 64,80. La première ayant pour formule $\dot{R}\dddot{Si}$ et $3\ddot{\bar{R}}\dddot{Si} + \frac{1}{2}\dot{\bar{H}}$, la portion non attaquée est représentée par la formule du feldspath vitreux.

Les différences essentielles entre le phonolite et le trachyte sont, que la première roche a un poids moindre que la seconde, et qu'elle renferme au contraire une plus grande quantité d'alcali. La transformation du trachyte en phonolite, supposée par l'auteur, se serait effectuée dans l'intérieur d'un volcan où il y avait de la vapeur d'eau de mer, laquelle, entraînant toujours du chlorure de sodium, expliquerait la présence de l'eau et de la soude. M. Abich a été amené à cette hypothèse par l'analyse de la lave de Monte-Nuovo, et, pour lui, le phonolite serait un pépérino fondu, transformé par l'eau de mer.

Les *andésites* du Chimborazo, de l'Antisana, du Cotopaxi et du Pichincha constituent des variétés qui se réduisent à une andésite grise, à pâte cristalline, et à une andésite vitreuse à pâte noire semblable à celle du basalte, et, suivant M. de Humboldt, d'une origine plus récente que la première. La pesanteur spécifique de l'andé-

site grise est 2,703, et sa quantité de silice 64,45 p. 100; pour l'andésite vitreuse, l'une est 2,585, et l'autre 66,55 p. 100.

L'*obsidienne* et la *ponce* ont, dans leurs propriétés physiques et les circonstances géologiques où elles se trouvent, une analogie qui doit aussi les faire réunir sous le point de vue chimique. L'auteur a donné les analyses de treize échantillons de ces roches.

Le *perlite* est une des nombreuses modifications que présente le porphyre trachytique lorsqu'il se vitrifie. Cette roche est grise, passe au rouge et au brun par diverses nuances, et son éclat est ordinairement nacré. Elle est formée par la réunion de grains à couches concentriques. Elle se boursoufle au chalumeau et devient d'un blanc pur. Son analyse la rapproche du porphyre trachytique aussi bien que de l'obsidienne et de la ponce. Elle est très voisine des combinaisons les plus riches en silice; elle est étrangère aux gisements des vrais trachytes, mais elle accompagne toujours les porphyres trachytiques. Elle se distingue de l'obsidienne, non seulement par ses propriétés physiques, mais encore par sa grande teneur en silice, un accroissement de bases terreuses, une diminution dans les alcalis, et enfin par une quantité d'eau notable.

L'examen des *tufs trachytiques* des environs de Naples conduit à penser qu'ils proviennent de roches trachytiques modifiées par des sources thermales et sous-marines. On peut y distinguer deux sortes de tufs. Le tuf jaune placé à la partie inférieure, et qui est le plus épais, est d'un jaune-paille clair; il est caractérisé par des fragments de feldspath vitreux, d'augite et d'hornblende. Dans les parties en contact avec la roche trachytique, il empâte de nombreux fragments de celle-ci, à demi vitrifiés, montrant ainsi que cette dernière a fourni les éléments du tuf. Le tuf blanc est en couches peu épaisses, et renferme beaucoup de pierres ponces. Les coquilles marines rencontrées dans ces tufs prouvent qu'ils ont été formés sous les eaux de la mer.

Ces tufs étant chauffés passent du rouge au rouge brun sombre et au violet. Ils fondent au rouge blanc en un verre vert-bouteille, puis vert pâle; quelques uns se boursouflent beauco[illegible] gent sur l'eau. Des analyses de plusieurs tufs M. Abi[illegible] la formule de la partie soluble est celle de l'oligocla[illegible] avec celle des ponces, et que, par conséquent, le [illegible] être regardé comme le résultat de la décomposition [illegible] ainsi que cela a lieu pour le kaolin, mais qu'il provie[illegible] que l'obsidienne, la [illegible]nce et le perlite, de modificatio[illegible]

trachytiques. L'eau y est combinée avec l'oxyde de fer, l'argile et une espèce de zéolithe, probablement fort abondante, et qui contribue à rendre la roche si soluble. Le tuf de l'île de Vivara est basaltique, bien qu'il paraisse au milieu des trachytes, et il montre l'affinité qui existe entre le basalte et le trachyte. Le tuf, la ponce, l'obsidienne, seraient des variétés ou des modifications d'une même roche volcanique. Toutes contiennent de l'eau de combinaison. Il y en a 3 atomes dans le tuf jaune, 2 dans le tuf blanc, 1 dans la ponce, et peut-être disparaît-elle dans l'obsidienne.

Les *trachy-dolérites* sont des roches volcaniques contenant des combinaisons feldspathiques, neutres et basiques. Si dans une roche qui renferme des combinaisons feldspathiques neutres la quantité de silice vient à diminuer, celle des terres et celle de l'oxyde de fer allant au contraire en augmentant, ses propriétés physiques et minéralogiques doivent changer ; ainsi le porphyre trachytique passe au trachyte, en prenant du mica et de l'amphibole. La quantité de silice diminuant encore, on arrive, en passant par tous les intermédiaires, à la dolérite, mélange de labrador et d'augite : tels sont les trachy-dolérites de M. Abich. Le résultat de ses analyses fait voir que la pesanteur spécifique et la teneur en silice ne permettent pas de confondre ces roches avec les précédentes ; la première varie entre 2,70 et 2,80, la seconde de 54 à 61 p. 100. La pesanteur spécifique moyenne, qui est de 2,7863, et la teneur moyenne en silice de 58,02 p. 100, caractérisent les trachy-dolérites du Tunguragua, de Roccamonfina, de Lisca et de Ténériffe, tandis que les roches de Bianicolo et de Zoccolaro sont plus rapprochées de la dolérite.

La *dolérite* est une roche volcanique avec des combinaisons feldspathiques de la formule $\dot{R}\,\dddot{Si} + \ddot{\bar{R}}\,\dddot{Si}$. Elle est grenue, cristalline, gris sombre ou noirâtre, très compacte ou terreuse. Elle contient des cristaux de labradorite, d'augite et d'amphibole disséminés dans la masse. L'auteur a analysé une dolérite de Stromboli formée de 41,19 de labradorite, et de 58,81 d'augite, puis une roche de l'Etna qui se trouve à 30 mètres au-dessous du *Piano del Lago*, une lave de l'éruption de 1838, qui contient les deux éléments caractéristiques, le labradorite et l'augite, enfin celle du courant qui détruisit Catane, et qui est semblable à la précédente, donnant toutes deux 54,80 de labradorite, 34,16 d'augite, 7,98 d'olivine et 3,06 d'oxyde de fer magnétique. Les laves actuelles de Stromboli sont, à très peu près, semblables à celles de l'Etna. Ainsi, les dolérites, en général,

ont des caractères constants de pesanteur spécifique qui est 3,8783, et de teneur en silice, qui est 51,01. Ce sont, en un mot, des mélanges de labradorite et d'augite en proportions diverses.

Ainsi, la série des roches volcaniques offre tous les degrés, depuis les roches les plus riches en silice, jusqu'à celles qui sont le plus pauvres, et l'on peut diviser cette série en trois groupes caractérisés par la teneur en silice des feldspaths qu'ils contiennent, comme le montre le tableau suivant :

	Pesant. spéc. moy.	Teneur en silice.
Porphyre trachytique	2,5783	69,46
Trachyte	2,6821	65,85
Domite	2,6334	65,50
Phonolite	2,5770	57,66
Andésite	2,7032	64,45
Andésite vitreuse	2,5851	65,55
Trachy-dolérite	2,7812	57,66
Dolérite	2,8613	53,09

On voit donc que pour le porphyre trachytique la teneur en silice est égale à celle de l'albite, que pour le trachyte et l'andésite elle est égale à celle de l'orthoclase, que pour la dolérite elle est égale à celle du labradorite. Le trachy-dolérite, intercalé entre les roches précédentes comme l'andésite et l'oligoclase le sont entre l'albite à potasse et le labradorite dans la série des feldspaths, est une variété intermédiaire qui indique le passage de l'une à l'autre. Enfin on peut remarquer, dit en terminant M. Abich, que les pesanteurs spécifiques sont en raison inverse de la teneur en silice, c'est-à-dire que cette dernière diminuant, les premières augmentent, et cela à peu d'exceptions près; aussi pense-t-il que ces deux caractères joints à l'observation des caractères minéralogiques suffiront toujours pour déterminer, d'une manière précise, à quel genre appartient une roche volcanique.

De son côté, M. Durocher (1) a fait observer « que les trachytes » sont, parmi les roches ignées, celles qui se rapprochent le plus » des granites : 1° par la présence de l'albite et du feldspath vitreux » qui correspond à l'orthose et cristallise dans le même système » (ces trois feldspaths sont des trisilicates); 2° par l'existence du » quartz libre dans plusieurs variétés de trachytes; 3° par la pré- » sence fréquente de l'amphibole et presque constant[illegible] dans

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 10[illegible]

» les trachytes et les granites. Le pyroxène augite forme, pour ainsi » dire, le lien qui rattache les trachytes aux produits volcaniques. » Mais, comme on le voit, sous le rapport de la composition chi- » mique et minéralogique, il n'y a pas de séparation absolue entre » les deux ordres de roches : la seule différence de composition » consiste en ce que les trachytes sont généralement un peu moins » riches en silice que les granites ; ils contiennent une proportion » un plus grande de soude, de chaux et de magnésie, et un peu » moins de potasse. Mais ces différences sont faibles, et l'on conçoit » qu'en Italie les trachytes passent aux granites et les porphyres » trachytiques aux porphyres quartzifères. »

On a déjà vu (*antè*, p. 310) que M. Durocher avait constaté la présence de l'eau dans plusieurs roches ignées des îles du nord-ouest de l'Europe, et le tableau qu'il donne ici (p. 1042) fait voir que l'eau est plus constante et en plus grande quantité dans les roches dont nous venons de nous occuper que dans les roches granitoïdes proprement dites ou cristallines et primaires.

A la suite d'un mémoire dont nous avons parlé (*antè*, vol. I, p. 556, 559), M. Dufrénoy (1) fait remarquer que, bien que les laves présentent des caractères extérieurs presque toujours analogues, elles sont néanmoins composées d'éléments différents, et qu'il serait même possible que chaque volcan produisît des laves particulières. La texture des laves varie avec les circonstances extérieures du sol sur lequel elles s'épanchent, mais la composition reste sensiblement la même dans toute l'étendue d'un courant depuis l'état de lave compacte jusqu'à celui de cendre.

Dans des sables provenant d'une alluvion boueuse de la Guadeloupe, en 1827, le même savant a trouvé des grains blancs laiteux formant 25 à 30 p. 100 de la masse, des grains hyalins semblables à ceux des cendres et rapprochés du ryacolite, des grains vitreux d'un jaune hyacinthe semblables à l'essonite ou variété d'idocrase, des grains noirs peu nombreux rapprochés du pyroxène et du fer oxydulé titanifère. Dans aucun cas la composition des différentes cendres que M. Dufrénoy a étudiées ne peut se rapporter ni à celle de l'orthose, ni à celle de l'albite, substances qui ne font

---

(1) *Mém. sur les terrains volcaniques des environs de Naples* (*Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. IV, p. 387, 1838; — *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XI, 1837; — *Compt. rend.*, vol. VI, p. 174, 1838, et vol. IV, p. 746, 1837).

point partie essentielle des laves de l'Etna, ni du Vésuve; d'où il suit que le refroidissement des laves des volcans brûlants, et probablement des volcans éteints à cratère, quelque lent qu'il soit, ne développe que rarement les circonstances nécessaires à la production de ces deux feldspaths.

M. J.-D. Dana (1) range dans deux groupes les substances minérales des trapps et des roches qui les avoisinent. Dans l'un, sont celles qui constituent essentiellement les roches ou qui sont intimement disséminées dans la masse; dans l'autre, les substances qui forment des nodules ou y remplissent des cavités, des veines ou des filons. Les minéraux du premier groupe seraient tous anhydres, suivant l'auteur, comme ceux qui constituent le granite et la syénite, tandis que ceux du second renferment tous de l'eau, excepté le quartz, le calcaire spathique et le fer carbonaté.

Il regarde aussi comme évident que les roches ignées modernes, quoique pouvant quelquefois provenir de la masse fluide interne du globe, résultent en général d'une simple fusion des roches préexistantes, et surtout des roches ignées plus anciennes. Ainsi, les trachytes et les porphyres, composés essentiellement de feldspath, proviendraient dans beaucoup de cas de granites feldspathiques, les basaltes et les trapps, des syénites, de roches amphiboliques ou pyroxéniques, etc. M. Dana s'attache à démontrer ensuite quelles sont les conditions nécessaires pour produire ces résultats et les

---

(1) *Origin of the constituent and adventitious minerals of trap*, etc. (*Amer. Journ.*, vol. XLIX, p. 49, 1846. — *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 218).

Voyez aussi de Leonhard, *Vulkanen Atlas*. Atlas volcanique avec 15 cartes. Stuttgardt, 1844. — Ch. de Raumer, *Ueber Basalt bildung*. Sur l'origine du basalte (*Lehrb.*, v. Raumer. — *Allg. Geogr.*, 2e édit., Leipsick, 1835, p. 482). M. de Leonhard a justement critiqué ce travail tout hypothétique (*Neu. Jarhb.*, 1836, p. 218). — Christ. Kapp, *Neptunismus und Vulkanismus*. Neptunisme et Vulcanisme relativement à la monographie des basaltes de M. de Leonhard; in-8. Stuttgardt, 1834. — Ch. Daubeny, *Réponse à diverses objections contre la théorie chimique des volcans* (*Rep. brit. Assoc.*, 1848; — *L'Institut*, 1849, p. 14). — Th. Scheerer, *Chemische Konstitution des Augite*, etc. Constitution chimique de l'augite, de l'amphibole et des minéraux de la même famille (*Ann. der Chem. und Phys.* de *Poggendorff*, vol. LXX, p. 547, 1847; — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 485). — *Id.*, *Bemerkungen ueber die Zeolithe*. Remarques sur les zéolithes (*Ib.*, vol. LXVIII, p. 369, 1840; — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 486).

échanges qui ont lieu pour transformer les substances minérales de la première roche en celles de la seconde, phénomènes qu'il suppose favorisés par la présence de l'eau de mer, laquelle pénètre jusqu'aux foyers volcaniques.

M. Dana considère le mode de formation des substances du second groupe dans les cavités préexistantes des roches, les veines, etc., et il fait remarquer l'ordre dans lequel elles y sont ordinairement distribuées et arrivées, et, par conséquent, leur ancienneté relative. Le quartz avec ses variétés est le plus ancien de ces minéraux, celui qui tapisse les parois mêmes de la cavité, puis se sont déposées successivement la datholite, la prehnite, l'analcime, la chabasie et l'harmotome, la stilbite, l'heulandite, la scolésite, la natrolite, la mésolite, la laumonite et l'apophyllite.

Les observations plus générales de M. Durocher (1) viennent se placer naturellement ici pour clore cette partie de notre travail, exclusivement consacrée aux produits ignés que les phénomènes chimiques et physiques ont amenés de l'intérieur du globe à sa surface pendant les dernières époques géologiques.

Les éléments principaux des roches d'origine ignée se réduisent aux diverses espèces de feldspath, puis viennent le quartz, le mica, le talc, l'amphibole, le pyroxène, et enfin trois minéraux essentiellement magnésifères, la serpentine, la diallage et l'hypersthène. Dans les roches anciennes et modernes, il y a toujours un élément feldspathique variant de l'un à l'autre, mais suivant une loi encore mal connue. Le quartz n'existe comme élément constituant que dans les roches les plus anciennes de la série, et il ne se montre point dans les roches récentes. Ainsi on pourrait déjà diviser les roches ignées en deux séries, l'une contenant du quartz libre et l'autre n'en contenant point (2). Les premières étaient à un état de fusion pâteuse, assez molles pour s'injecter par des fentes et s'épancher sous forme de dômes aplatis, mais point assez fluides pour former des coulées. Les roches de la deuxième classe se trouvent au con-

---

(1) *Recherches sur les roches et les minéraux des îles Féroë* (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. XIX, p. 547, 1841; — *Ibid.*, 4e sér., vol. VI, p. 437, 1844).

(2) Ce caractère n'aurait qu'une faible utilité pour déterminer l'ancienneté de ces mêmes roches, puisque d'une part il y a des granites et des porphyres quartzifères assez récents, et de l'autre des trapps fort anciens.

traire dans des circonstances qui tendent à leur faire supposer une grande fluidité. Elles se rapprochent davantage des laves modernes et semblent établir un passage entre les deux modes d'éruption.

Chaque roche est essentiellement composée de deux éléments silicatés, l'un feldspathique, contenant des alcalis et des terres, l'autre contenant seulement des terres et de l'oxyde de fer. En prenant pour base l'élément ferrifère, M. Durocher divise les roches en cinq groupes, dans lesquels toutes les espèces viennent se ranger.

Le premier groupe renferme les roches granitiques ou ternaires, formées de quartz, de feldspath, de mica ou de talc. La base est un élément micacé ou talqueux. Le quartz est constant, le feldspath est à base de potasse (orthose) dans les granites les plus anciens, et souvent à base de soude (albite) dans les plus récents. Ce groupe est représenté par S, plus les formules de l'orthose ou de l'albite, et celle encore mal connue du mica.

Le second groupe comprend des roches amphiboliques ou formées de cristaux d'amphibole et de feldspath constituant entièrement la masse, ou bien disséminés dans une pâte composée des mêmes éléments (syénite, amphibolite, diorite, etc.). Le quartz y est accidentel; le feldspath est tantôt de l'orthose, tantôt de l'albite; le premier plus fréquent dans les variétés grenues (syénite), le second dans les variétés porphyroïdes (diorite). L'amphibole étant regardée comme un trisilicate de chaux et un bisilicate de fer et de magnésie, l'auteur fait remarquer que, excepté pour les granites, l'élément associé au feldspath est un composé silicaté de bases à un atome d'oxygène, et ne contient pas d'alumine, ce qui établit une différence tranchée entre l'élément feldspathique et celui qui l'accompagne. Le groupe amphibolique serait donc représenté par la formule de l'amphibole, plus celle de l'orthose ou de l'albite.

Dans le troisième groupe sont réunies les roches qui ont pour base un élément essentiellement magnésifère : les serpentines, les euphotides et les syénites hypersthéniques. Les serpentines sont des roches simples qui ont pour formule $2\,MS^2 + MAq$. Les euphotides sont formées de diallage et de jade ou de labradorite. La roche hydratée lamelleuse des Féroë rentre dans cette espèce, et la variété porphyrique anhydre semble se rapporter à la syénite hypersthénique. Ainsi les trapps des Féroë, d'Islande, et peut-être ceux d'Écosse et d'Irlande, appartiendraient à ce groupe, qui a pour formule celle du labradorite, jointe à celle de l'hypersthène, de la diallage ou de la serpentine.

Au quatrième groupe, celui des roches pyroxéniques, appartiennent les mélaphyres ou porphyres pyroxéniques, les dolérites, les basaltes et les laves d'une partie des volcans modernes. Toutes sont formées de labradorite et de pyroxène, et leur groupe est par conséquent représenté par les formules de ces deux substances.

Enfin, dans le cinquième, viennent se ranger toutes les roches où domine l'élément feldspathique. Ce sont les trachytes, les phonolites et les laves de plusieurs volcans. Le feldspath est souvent vitreux, ou bien c'est du ryacolite, quelquefois du labradorite, de l'albite, ou même une espèce intermédiaire (andésine). Le pyroxène, l'amphibole et le mica s'y trouvent associés en plus ou moins grande quantité. M. Durocher représente ce groupe par les formules du ryacolite et du feldspath vitreux, ce qui n'est peut-être pas exact, car les porphyres s'en trouvent exclus ; aussi n'en parle-t-il point.

Ce classement, continue-t-il, coïncide avec l'ordre de succession qu'ont suivi les roches dans leur apparition à la surface de la terre, et, si l'on considère les cinq groupes d'après la proportion de silice qu'ils renferment, on voit que cette substance va en diminuant depuis l'origine des choses. Ainsi, dans le premier groupe, on a des trisilicates avec beaucoup de quartz en excès ; dans le second, les trisilicates sont déjà accompagnés de bisilicates avec beaucoup moins de quartz libre ; dans le troisième, le feldspath est formé d'un silicate neutre et d'un trisilicate, l'autre élément étant un bisilicate ; alors il ne peut plus y avoir de quartz en excès, et il en est de même dans le quatrième groupe. Cependant, dans le cinquième, l'élément feldspathique est souvent formé de deux trisilicates.

En comparant aussi la densité relative des divers éléments qui composent ces mêmes roches, on trouve que, parmi les feldspaths, l'orthose est le moins dense ; que, parmi les substances qui l'accompagnent, les micas et les talcs sont les moins denses, et que le quartz a une densité assez faible, d'où il résulte que les produits les plus anciens (mélanges d'orthose, de quartz et de mica) sont composés des trois minéraux les moins denses.

Ces caractères semblent concorder avec l'hypothèse que notre globe a été primitivement fondu. « En effet, dit M. Durocher, en » supposant que ce fût une masse liquide composée de silice jouant » le rôle d'un élément acide, et de bases telles que les alcalis, terres » et oxyde de fer, il devait y avoir tendance des éléments les moins » denses à se porter à la surface du bain ; mais, l'affinité des bases » pour la silice agissant en même temps, il a dû se faire un partage

» des éléments, de telle sorte que, parmi les composés tendant à » se former, les moins denses vinssent à la surface. Ensuite, la pre» mière couche se refroidissant peu à peu par suite du rayonnement, » la contraction éprouvée au moment de la solidification aura déter» miné une pression sur la masse encore liquide située au-dessous; » il en sera résulté des ruptures dans l'enveloppe déjà formée, et » dès lors aura commencé une série d'éruptions. Les premières qui » auront eu lieu doivent être d'une matière analogue à la première » couche, et pour la nature et pour la densité. En effet, les pre» mières éruptions sont granitiques, et dans le nord de l'Europe on » peut en observer qui ont eu lieu à plusieurs époques différentes. » Mais les granites les plus modernes provenant de couches situées » plus près du centre, la densité devient déjà plus grande par la » substitution de l'albite à l'orthose, et de l'amphibole au mica, et » avec ces granites les plus récents commencent déjà à alterner les » éruptions de roches amphiboliques. »

Ces considérations, auxquelles on pourrait objecter beaucoup de faits de détail, nous ont paru cependant mériter d'être rapportées ici, et, malgré le petit nombre d'observations sur lesquelles elles sont basées, on ne peut nier qu'elles ne portent un véritable caractère de probabilité. Elles se lient aux expériences de M. Bischof et de M. Ch. Deville, comme aux conséquences qu'en a déduites M. Angelot (*antè*, vol. I, p. 36), et, si l'on ajoute que la densité de la masse du globe est à peu près double de la densité moyenne des roches que l'on connaît à sa surface, on y trouvera une confirmation directe de l'hypothèse cosmogonique de Laplace, qui a été récemment, de la part de M. Faye (1), l'objet de considérations intéressantes, d'accord avec celles que nous avons émises sur le même sujet (*antè*, vol. I, chap. 1 et 2).

(1) *Compt. rend.*, vol. XXXI, séance du 14 octobre 1850.

Parvenu à peu près à la moitié de notre tâche considérée au point de vue matériel, nous terminons ici l'exposition des phénomènes ignés et sédimentaires, inorganiques et organiques, qui ont laissé des traces à la surface du globe depuis la fin de la période crétacée, ou du terrain secondaire, jusqu'à nos jours. C'est dans l'histoire de la terre, telle que nous l'envisageons, celle de ses phases principales qui est le mieux connue, car c'est celle dont les résultats sont le plus accessibles à nos recherches et le plus en rapport avec ce qui se passe encore sous nos yeux.

On peut estimer que les diverses roches des époques moderne, quaternaire et tertiaire occupent environ les trois cinquièmes des terres actuellement émergées, mais leur puissance répond rarement à leur extension géographique, et elles ne forment en réalité qu'une mince pellicule, lorsqu'on les compare à l'épaisseur des dépôts secondaires, de transition et primaires, et surtout à celle tout à fait inconnue des roches granitiques anciennes. Si le *temps* peut être regardé comme une *fonction* de la puissance des terrains aussi bien que la multiplicité des changements survenus dans la série des corps organisés que ceux-ci renferment, nous devons penser que ces époques récentes nous représentent un laps de temps infiniment moindre que celui qu'ont embrassé les époques antérieures.

Un autre caractère des premières, c'est la continuité de leurs roches sur d'immenses étendues et leur présence sous toutes les zones, à toutes les latitudes, tandis que les secondes ne nous offriront souvent que des lambeaux épars, plus ou moins éloignés les uns des autres, et manqueront sur de grandes portions de continents et peut-être même sur des continents entiers. Il n'en faudrait pas cependant conclure qu'elles aient eu dans l'origine un aussi faible développement ; les roches qui leur ont succédé les dérobent le plus ordinairement à nos regards, et les soulèvements qui les ont fait affleurer sur tant de points ont fourni des jalons qui marquent de distance en distance leur ancienne extension.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il paraît exister un véritable hiatus, ou une lacune entre les phénomènes que nous avons étudiés jusqu'ici et ceux dont il nous reste à parler. A mesure que nous allons remonter dans la série des âges, les différences de toutes sortes deviendront de plus en plus prononcées, les vrais ca-

caractères et les vrais rapports seront de plus en plus oblitérés et difficiles à saisir, jusqu'à ce que nous approchions de cette limite où l'action des forces externes de notre planète commença à balancer l'énergie de ses forces internes graduellement affaiblies.

Il ne nous sera sans doute pas donné de tracer cette limite d'une manière absolue, car l'origine première des choses, dans le règne inorganique comme dans le règne organique, semble devoir nous être à jamais scellée ; nous ne pouvons constater que l'existence, les mouvements et les transformations de la matière dont les êtres sont formés. Si, d'une part, nous contemplons avec admiration le renouvellement incessant et varié des produits de la nature, de l'autre nos recherches nous apprennent qu'il en a été de même pendant un nombre de siècles dont l'imagination reste effrayée, et c'est ainsi que la science moderne, dans ce qu'elle a de plus positif et de plus rigoureusement démontré, vient après deux mille ans justifier cette pensée profonde que le poëte latin a rendue dans son magnifique langage :

Nec remorantur ibi : sic rerum summa novatur
Semper, et inter se mortales mutua vivunt :
Augescunt aliæ gentes, aliæ minuuntur ;
Inque brevi spatio mutantur sæcla animantum,
Et, quasi cursores, vitaï lampada tradunt (1).

---

(1) Lucrèce, *De rerum Natura*, liv. II, v. 74.
Ils (les éléments) se livrent à une éternelle inconstance, qui sans cesse renouvelle la nature. Les espèces mortelles se transmettent rapidement l'existence : les unes se multiplient, les autres s'appauvrissent; les générations se pressent et n'assistent qu'un moment aux scènes du monde : ainsi que les coureurs des jeux sacrés, nous nous transmettons de main en main le flambeau de la vie.

(*Traduction de M. de Pongerville.*)

Dans sa traduction en vers, l'auteur ne nous semble pas avoir rendu ce passage aussi heureusement.



TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

FORMATION NUMMULITIQUE.

P. 1.

CHAPITRE I.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'ESPAGNE.

CHAPITRE II.

FORMATION NUMMULITIQUE DU VERSANT NORD DES PYRÉNÉES.

P. 15.

CHAPITRE III.

FORMATION NUMMULITIQUE DES ALPES.

P. 55.

CHAPITRE IV.

FORMATION NUMMULITIQUE DES APENNINS.

P. 137.

CHAPITRE V.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'EUROPE ORIENTALE.

CHAPITRE VI.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'ASIE.

CHAPITRE VII.

FORMATION NUMMULITIQUE DE L'AFRIQUE.

TABLEAU DE LA FAUNE NUMMULITIQUE.

DEUXIÈME PARTIE.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DES ÉPOQUES QUATERNAIRE ET TERTIAIRE.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE LA FRANCE.

CHAPITRE III.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

CHAPITRE IV.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'ITALIE ET DES ÎLES VOISINES.

CHAPITRE V.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'EUROPE CENTRALE.

CHAPITRE VI.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'EUROPE ORIENTALE.

CHAPITRE VII.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'ASIE OCCIDENTALE.

CHAPITRE VIII.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'ASIE MÉRIDIONALE.

CHAPITRE IX.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'AFRIQUE.

CHAPITRE X.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'AMÉRIQUE.

CHAPITRE XI.

ROCHES IGNÉES OU PYROGÈNES DE L'OCÉANIE ET DES TERRES AUSTRALES.



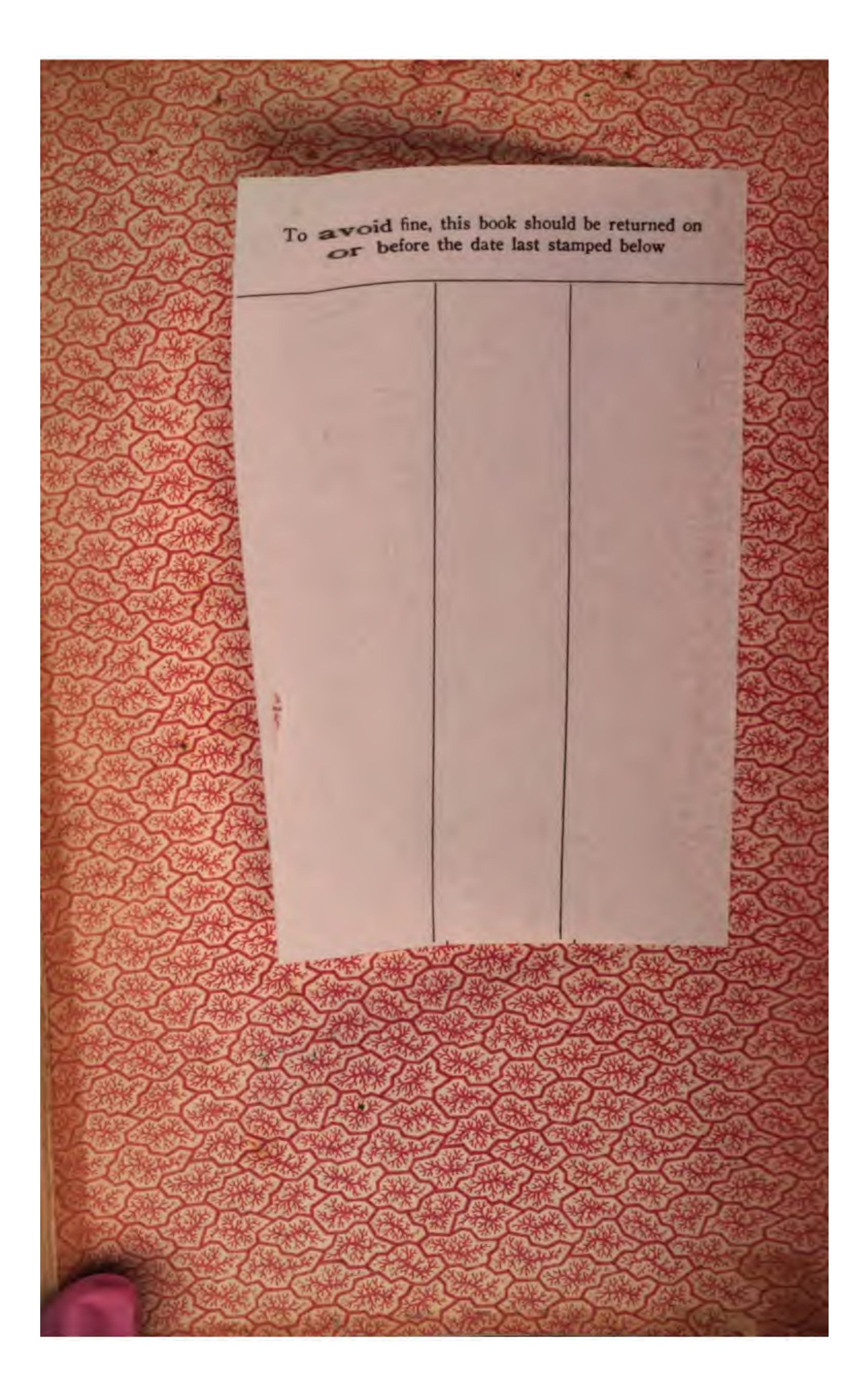
CHAPITRE XII.

EXAMEN MINÉRALOGIQUE ET CHIMIQUE DES ROCHES IGNÉES.

P. 589.

FIN DU TOME TROISIÈME.

87




Stanford University Libraries
3 6105 002 869 118
550.9
A673
795564
Branner Lib.

